

الطاقة والصناعات النفطية أساسياتها واقتصادياتها

تأليف

الدكتور / يوسف حسن جواد محمد

M.A. Ph.D. University of California S.B.

اهداءات ١٩٩٨

مؤسسة الامراء للنشر والتوزيع

الطاقة والصناعات النفطية اساسياتها واقتصادياتها

تأليف

الدكتور / يوسف حسن جواد محمد

قسم الاقتصاد

كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية

جامعة الكويت

الكويت ١٩٨٨م

ساعدت لجنة البحوث في كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية على نشر هذا الكتاب.

المراسلات حول الكتاب
توجه كافة المراسلات الى المؤلف على العنوان التالي :

ص.ب ٢٦٣٨١ الصفاة

الكويت - 13124

فاكس : ٢٤٠٤٢٨٦ (٩٦٥)

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الطبعة الأولى

١٩٨٨

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

”وَأَعْبُدُوا لَهُمُ وَلَا تَكُونُوا بَدِيعًا

وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا”

صَدَقَ بِهِ الْعَظِيمُ

سُورَةُ النِّسَاءِ آيَةٌ ٣٦

... اهلا
والى الكريمين (مختلفا بفضلهما)

مقدمة

كانت الطاقة ولا تزال وسيلة الأمم للتقدم والرقي ، فقد عمل الانسان منذ الأزل على تطوير مصادرها واستغلالها بما يتلاءم مع احتياجاته المتزايدة والمتباينة . ولما كان النفط المصدر الرئيسي للطاقة في عالمنا الحاضر فقد حظيت هذه السلعة بقدر كبير من الدراسة والبحث . بل يمكن القول بثقة بأنه ما من سلعة أخرى نالت من اهتمام الباحثين والمؤلفين ما ناله النفط . ولعل تشعب المواضيع المتعلقة بالطاقة والصناعة النفطية والتغيرات المتلاحقة التي طرأت على أوضاع أسواق الطاقة بشكل عام وسوق النفط بشكل خاص ساهم في خلق هذا الكم الهائل من الدراسات والمؤلفات .

يهدف هذا الكتاب الى تزويد القارئ بالمعلومات الفنية والاقتصادية الأساسية المتعلقة بالطاقة والصناعة النفطية بمراحلها المختلفة من عمليات الاستكشاف والانتاج الى النقل والتصنيع (التكرير) . كما يتطرق الى موضوعات أخرى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالصناعة النفطية كاستغلال الغاز الطبيعي وصناعة البتر وكيمياويات وأخيراً العلاقة بين الطاقة والتلوث البيئي .

وتجدر الإشارة هنا الى أن الحاجة لهذا الكتاب ظهرت ملحّة للكاتب خلال قيامه بتدريس مقرر اقتصاديات النفط الذي يعرضه قسم الاقتصاد بجامعة الكويت . فقد كان النقص في المراجع والكتب العربية التي تتناول موضوعات الطاقة والنفط بشكل متكامل واضحاً ، كما ان النزر اليسير المتوفر من هذه المراجع كان يعوزه الترابط والمعلومات والبيانات الحديثة . وقد شكل ذلك دافعا قويا لبذل الجهد لإعداد كتاب يسد جانباً من هذا النقص في المكتبة العربية . ويتوجه هذا الكتاب الى جميع المهتمين بأمور الطاقة والنفط وخصوصاً طلاب الجامعات والمعاهد والعاملين في الصناعة النفطية بمراحلها المختلفة .

يسعدني في هذا المجال أن أتقدم بالشكر الجزيل الى الدكتور محسن كاظم على مساهمته في قراءة الكتاب وتزويدي بالملاحظات والتوجيهات القيمة، كما أتقدم بالشكر الى السيد محمود سليم للجهود المميز الذي بذله اثناء عملية الصياغة. ولا يفوتني ان أخص بالشكر رابطة الاقتصاد والعلوم السياسية بجامعة الكويت والسيد احمد هاشم على الجهد الذي بذل في عملية الطباعة الاولى لفصول الكتاب خلال العام الدراسي ١٩٨٧ / ١٩٨٨.

كذلك أتقدم بالتقدير لعميدة كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية الدكتورة موضي الحمود واعضاء لجنة البحوث بالكلية على جهودهم المخلصة في تشجيع نشر الكتب العلمية.

ختاماً، أرجو من الله العلي القدير أن أكون قد وفقت في الوصول الى الهدف المنشود لهذه الدراسة وأن يعذري القراء لما تبقى فيها من أخطاء.
وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

المؤلف

قائمة المحتويات

٧	- المقدمة
٩	- قائمة المحتويات
١٧	الفصل الأول : مشكلة الطاقة (The Energy Crisis)
١٩	أ- تمهيد : ماهية مشكلة الطاقة
٢١	ب- خلفية تاريخية
٢١	(ب - ١) نشأة الصناعة النفطية في العالم
٢٦	(ب - ٢) عصر الشركات النفطية الكبرى
٤١	ج- مستجدات مشكلة الطاقة خلال السبعينات
٥١	د- مشكلة الطاقة : النتائج وردود الفعل
٥٥	هـ- انحسار مشكلة الطاقة : الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٦
٦٠	- ملحق (أ)
٦١	- المراجع
٦٣	الفصل الثاني : لمحة عن الطاقة (A Preview of Energy)
٦٥	أ- تمهيد
٦٧	ب- ماهية الطاقة
٦٧	(ب - ١) تعريف الطاقة وأصنافها في الطبيعة
٦٨	(ب - ٢) قوانين الطاقة
٦٩	(ب - ٣) مقارنة أصناف الطاقة
٧١	(ب - ٤) مراتب الطاقة
٧١	(ب - ٥) مفهوم معامل التحويل

٧٣	ج- البعد الزمني للقرارات المتعلقة بالطاقة
٧٣	(ج - ١) البعد الزمني الاقتصادي
٧٤	(ج - ٢) البعد الزمني التكنولوجي
٧٥	(ج - ٣) البعد الزمني البيئي
٧٦	د- تطور استهلاك مصادر الطاقة
٧٩	هـ- استهلاك العالم من الطاقة الأولية
٨٩	و- انتاج العالم من الطاقة الأولية
٩٣	- المراجع

٩٥ الفصل الثالث : مصادر الطاقة (Energy Sources)

٩٧	أ- تمهيد
٩٧	ب- مقارنة مصادر الطاقة
١٠٤	ج- تقسيم مصادر الطاقة
١٠٦	(ج - ١) تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة
١١٠	(ج - ٢) مصادر الطاقة التجارية (العادية)
١٤١	(ج - ٣) مصادر الطاقة المستقبلية (غير العادية)
١٤٧	د- العوامل التي تحد من ندرة الموارد الطبيعية
١٥١	- المراجع

١٥٣ الفصل الرابع : النظرية الاقتصادية واستغلال الموارد الناضبة (Economic Theory and Exhaustible Resources)

١٥٥	أ- تمهيد
١٥٦	(أ - ١) سعر الفائدة
١٥٦	(أ - ٢) دور سعر الفائدة
١٦٠	(أ - ٣) كيفية تحديد سعر الفائدة التوازني

- ب- القيمة الحالية ١٦٤
- (ب - ١) كيفية حساب القيمة الحالية ١٦٥
- (ب - ٢) تأثير سعر الفائدة في القيمة الحالية ١٦٦
- (ب - ٣) تعظيم القيمة الحالية ١٦٧
- ج- معيار الاستغلال الأمثل للموارد الناضبة ١٦٨
- (ج - ١) تعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب: تكلفة الاستنزاف والتوازن في السوق ١٦٨
- (ج - ٢) سوق المنافسة الكاملة وشرط تعظيم القيمة الحالية ١٧١
- (ج - ٣) سوق الاحتكار وشرط تعظيم القيمة الحالية ١٧٥
- (ج - ٤) مقارنة سعر المورد الناضب في سوق المنافسة الكاملة بسعره في سوق الاحتكار ١٧٩
- د- العوامل التي تؤثر في تكلفة الاستنزاف ١٨١
- (د - ١) التغيرات في سعر الفائدة ١٨١
- (د - ٢) التغيرات في الاحتياطي ١٨٢
- (د - ٣) التقدم التكنولوجي ١٨٢
- (د - ٤) النمو في الطلب ١٨٣
- (د - ٥) وجود مصادر بديلة حاجزية ١٨٣
- هـ- الاختلالات في أسواق الموارد الناضبة ١٨٤
- (هـ - ١) عدم تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي ١٨٥
- (هـ - ٢) عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع نظيره في السوق ١٨٥
- المراجع ١٨٧

الفصل الخامس : النفط وصناعاته في المرحلة العليا

(Upstream Activities of the Oil Industry)

- أ- مقدمة عن النفط ١٩١
- (أ - ١) ما هو النفط ١٩١

١٩٢	(أ - ٢) كيف تكون النفط
١٩٣	(أ - ٣) أماكن وجود النفط
١٩٦	(أ - ٤) خواص السوائل الهيدروكربونية
٢٠٠	ب- الصناعة النفطية عند المصدر
٢٠٠	(ب - ١) مرحلة الاستكشاف
٢٠٢	(ب - ٢) مرحلة الحفر
٢٠٨	(ب - ٣) مرحلة الإنتاج
٢١٨	ج- تطور احتياطي وإنتاج واستهلاك العالم من النفط
٢١٨	(ج - ١) تطور احتياطي العالم من النفط
٢٢٢	(ج - ٢) تطور إنتاج واستهلاك العالم
٢٢٧	- المراجع .
٢٢٩	الفصل السادس : الصناعات النفطية اللاحقة : صناعة نقل النفط الخام
	(Downstream Activities : Oil Transportation)

٢٣١	أ- تمهيد : صناعة نقل النفط
٢٣٢	ب- وسائل نقل النفط
٢٣٢	(ب - ١) نقل النفط بواسطة الأنابيب
٢٣٥	(ب - ٢) نقل النفط بواسطة الناقلات البحرية
٢٤٦	ج- التطورات في سوق الناقلات بعد سنة ١٩٧٣
٢٥١	د- تطور تجارة النفط الخام في العالم
٢٥٦	- المراجع .
٢٥٧	الفصل السابع : الصناعات النفطية اللاحقة : صناعة تكرير النفط
	(Downstream Activities : Oil Refining)

٢٥٩	أ- أهمية صناعة تكرير النفط
٢٦٠	ب- صفات النفط الخام

٢٦٤	ج- المنتجات النفطية الرئيسية
٢٦٦	د- صناعة تكرير النفط
٢٦٨	(د - ١) عمليات التقطير
٢٧٠	(د - ٢) عمليات المعالجة
٢٧١	(د - ٣) عمليات التحويل الثانوية
٢٧٢	(د - ٤) أنواع مصافي النفط حسب المنتجات
٢٧٤	(د - ٥) السمات الخاصة بصناعة التكرير
٢٧٥	هـ- التطورات في الطاقة التكريرية واستهلاك المنتجات في العالم
٢٨٤	- المراجع
٢٨٥	الفصل لثامن : الصناعات النفطية الاخرى : استغلال الغاز الطبيعي

(Oil - Related Activities : Natural Gas Utilization)

٢٨٧	أ- طبيعة تواجد الغاز الطبيعي واحتياطياته
٢٩٣	ب- طرق استغلال الغاز الطبيعي
٢٩٨	ج- استغلال الغاز الطبيعي تاريخيا
٣٠٠	د- الانتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي
٣٠٤	هـ- تجارة الغاز الطبيعي
٣٠٤	(هـ - ١) تطور تجارة الغاز الطبيعي
٣٠٩	(هـ - ٢) تكاليف النقل بالأنابيب والناقلات
٣١١	(هـ - ٣) معوقات نمو تجارة الغاز الطبيعي
٣١٥	(هـ - ٤) أنماط تسعير الغاز الطبيعي
٣١٩	- المراجع

٣٢١	الفصل التاسع : الصناعات النفطية الأخرى : صناعة البتروكيمياويات
-----	--

(Oil - Related Activities : Petrochemical Industry)

٣٢٣	أ- تطور صناعة البتروكيمياويات تاريخيا
٣٢٤	ب- المنتجات البتروكيمياوية واستخداماتها

٣٢٥	(ب - ١) الأولفينات
٣٢٦	(ب - ٢) العطريات
٣٢٦	(ب - ٣) الميثانول
٣٢٧	(ب - ٤) الأمونيا واليوربا
٣٢٧	(ب - ٥) البتر وكيمياويات الوسيطة والنهائية
٣٢٨	ج- طرق انتاج البتر وكيمياويات الأساسية
٣٣٠	د- هيكل صناعة البتر وكيمياويات
٣٣١	(د - ١) مميزات صناعة البتر وكيمياويات
٣٣٢	(د - ٢) توزيع الطاقة الانتاجية في العالم
٣٣٧	هـ- التحولات الجارية في صناعة البتر وكيمياويات
٣٣٧	(هـ - ١) دخول الدول النفطية في صناعة البتر وكيمياويات
٣٤٢	(هـ - ٣) التغيرات في أنماط المدخلات
٣٤٥	و- الوضع الراهن في صناعة البتر وكيمياويات
٣٤٨	- المراجع .

٣٤٩ الفصل العاشر : مصادر الطاقة وتلوث البيئة

(Energy Sources and Environmental Pollution)

٣٥١	أ- الطاقة والتلوث
٣٥١	ب- انواع التلوث
٣٥٢	(ب - ١) التلوث الهوائي
٣٥٧	(ب - ٢) التلوث المائي
٣٥٨	(ب - ٣) التلوث الأرضي
٣٥٩	ج- مصادر الطاقة والتلوث
٣٥٩	(ج - ١) الغاز الطبيعي
٣٦٠	(ج - ٢) النفط الخام ومشتقاته

٣٦١	(ج - ٣) الفحم
٣٦١	(ج - ٤) الطاقة الكهربائية
٣٦١	(ج - ٥) الطاقة النووية
٣٦٤	(ج - ٦) المصادر غير العادية ...
٣٦٥	د- اقتصاديات السيطرة على التلوث
٣٦٦	(د - ١) التوازن في السوق ومقدار التلوث الأمثل
٣٧١	(د - ٢) سياسات الحد من التلوث
٣٧٥	- ملحق (أ)
٣٧٨	- ملحق (ب)
٣٨٠	- المراجع .
٣٨١	قائمة الجداول
٣٨٨	قائمة الأشكال

الفصل الاول

مشكلة الطاقة

(The Energy Crisis)

- أ- تمهيد : ماهية مشكلة الطاقة .
- ب- خلفية تاريخية :
- (ب - ١) نشأة الصناعة النفطية في العالم .
- (ب - ٢) عصر الشركات النفطية الكبرى .
- ج- مستجدات مشكلة الطاقة خلال السبعينات .
- د- مشكلة الطاقة : النتائج وردود الفعل .
- هـ- انحسار مشكلة الطاقة : الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٦ .
- ملحق (أ)
- المراجع

أ - تمهيد : ماهية مشكلة الطاقة

منذ أن تعرضت السوق النفطية خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٧٤ للعديد من التطورات المختلفة، ابتداء من تقلص الامدادات النفطية لبعض الدول الصناعية (نتيجة الحظر النفطي الذي فرض من جانب الدول العربية المصدرة للنفط على الولايات المتحدة وهولندا بسبب مساندتهما الكلية لاسرائيل خلال حرب اكتوبر ١٩٧٣) الى قيام الدول الاعضاء في منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك OPEC) برفع أسعار النفط بمقدار ٣٠٠٪، بدأ العديد من المختصين بأمور الطاقة والاقتصاد بالحديث عن مشكلة الطاقة وضرورة مواجهتها. ونظرا لما كان يشكله النفط من أهمية كبرى في استيفاء متطلبات العالم من الطاقة حيث بلغت نسبته في اجمالي استهلاك العالم من الطاقة حوالي ٤٥٪ خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٧٥، فانه يمكن القول ان عبارة «مشكلة الطاقة» كانت بالضرورة ناتجا للتحويلات في السوق النفطية وليس بسبب تغيرات اساسية في الظروف المحيطة بامدادات مصادر الطاقة المختلفة. وبما لا شك فيه ان هذه التطورات كان لها الأثر الفعال في إثارة الخوف وعدم الاطمئنان في دول العالم، والى أن تبدأ هذه الدول في الانتباه الى خطورة اعتمادها على مصدر معين للطاقة لاستيفاء الجزء الاعظم من متطلباتها من الطاقة وضرورة توجيه اهتماماتها لتخفيض دور النفط من خلال تطوير مصادر جديدة للطاقة او توسيع استخداماتها للمصادر الاخرى المتوافرة. وتنبع خطورة الاعتماد على مصدر واحد للطاقة من أن تقلص أو انقطاع امداداتها بشكل فجائي يؤثر في مستوى السعر مما يؤدي الى تأثير الحياة الاقتصادية سلبيا بسبب الترابط الحيوي بين العجلة الاقتصادية واستهلاك الطاقة.

كذلك كان من نتائج الهزة في السوق النفطية ان بينت للعالم ان الدول المصدرة للنفط (خاصة دول الشرق الاوسط) لا يمكنها الاستمرار في زيادة انتاج النفط بالمعدلات التاريخية العالية لإشباع الطلب العالمي المتزايد، خصوصا وان التوسع

الكبير في انتاج النفط من هذه الدول قبل سنة ١٩٧٣ كان قد تسبب في تقصير عمر الاحتياطي النفطي لديها بشدة وذلك بالإضافة الى التأثيرات السلبية في الاحتياطي النفطي الناجمة عن سوء استغلال الآبار النفطية من جانب الشركات الاجنبية العاملة في اراضيها. ولا شك ان ذلك كان يتعارض مع مصالح الدول في إطالة عمر الموارد النفطية المتوافرة لتسهم في عملية التنمية الاقتصادية التي تعتمد بشكل اساسي على الإيرادات النفطية. ولما كانت الدول المصدرة للنفط آنذاك تحصل على عوائد ضئيلة (مقابل صادراتها) لا تتناسب مع التضحيات الكبيرة المتمثلة في استنزاف مواردها النفطية لاشباع الطلب العالمي على النفط، فان ارتفاع الاسعار كان بمثابة انذار لدول العالم بأنها لابد ان تكون مستعدة لتحمل تكاليف اضافية في سبيل الحصول على النفط. وأن عصر النفط الرخيص قد ولى الى الأبد.

أخيراً، كان لهذه التطورات الأثر البالغ في ابراز خطورة الوضع النفطي العالمي من حيث محدودية الكميات المتوافرة وبالتالي قصر عمرها (الذي كان يبلغ في سنة ١٩٧٣ حوالي ٢٩ سنة حسب معدل الاستهلاك المرتفع السائد). فمحدودية الامدادات النفطية شكلت مؤشراً لوجود حاجة ماسة لقيام الدول الصناعية بتعديل انماط استهلاكها للطاقة وتبنيها جهوداً مكثفة لتطوير مصادر طاقة بديلة يمكن إحلالها محل النفط في المستقبل. حيث ان قصر عمر الاحتياطي النفطي يجعل من المحتمل ان يمر العالم في فترة نقص في امدادات الطاقة اذا لم تعمل الدول الصناعية على تطوير مصادر جديدة خصوصاً تلك التي يتطلب تطويرها فترة زمنية طويلة تصل في بعض الاحيان الى ثلاثين سنة أو أكثر.

وللتعرف على الظروف المؤدية لمشكلة الطاقة لابد ان نتطرق للتطورات التاريخية في السوق النفطية ابتداء من نشأة الصناعة النفطية المتمثلة بالشركات النفطية الكبرى وتنامي دورها الى ظروف قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (أوبك) ودورها في تغيير الأوضاع السائدة في السوق النفطية. وأخيراً الى التطورات التي حدثت في عقد السبعينات من حيث تأثيرها على العرض والطلب في السوق النفطية ومن ثم على الاسعار السائدة فيها.

ب - خلفية تاريخية

نستعرض في هذا الجزء بشكل مختصر تاريخ الصناعة النفطية منذ اكتشاف النفط في الولايات المتحدة سنة ١٨٥٩ حتى اكتمال سيطرة الشركات النفطية الكبرى على السوق النفطية.

(ب - ١) نشأة الصناعة النفطية في العالم :

على الرغم من ان تاريخ النفط يعود لآلاف السنين فان الصناعة النفطية كما نعرفها حاليا حديثة العهد . فقد كانت بدايتها في نهاية القرن التاسع عشر في مناطق مختلفة من العالم اهمها الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي .

بدأ انتاج النفط في الولايات المتحدة في اغسطس ١٨٥٩ عندما اكتشف ادوين دريك النفط في ولاية بنسلفانيا على عمق ٦٩ قدما . كان النفط آنذاك يستخدم في انتاج الكيروسين لاستخدامه في الانارة في حين كانت المنتجات الاخرى مرغوبا عنها . شهدت الصناعة النفطية في الولايات المتحدة خلال الفترة من ١٨٥٩ الى ١٩٠٠ توسعا كبيرا في الانتاج ليصل الى حوالي ١٧٠ الف برميل يوميا بالمقارنة مع ٢٠ برميلا في اليوم سنة ١٨٥٩ . ولكن خلال هذه الفترة لم تتوسع الاستخدامات الاخرى للنفط بل بقي الكيروسين المادة الاساسية المستخلصة من النفط الخام .

وشهدت سنة ١٨٦٨ قيام شركة ستاندرد اويل (Standard Oil) بمبادرة من جون روكفلر . كان هدف هذه الشركة انتاج كيروسين ذي مواصفات عالية للسوق الاميركية . ولكن في غضون سنوات معدودة تمكن روكفلر - بدهائه الشديد - أن يسيطر على الصناعة النفطية في الولايات المتحدة من خلال امتلاك معظم الطاقة التكريرية وشبكات النقل والتوزيع . ولذلك فانه مع قدوم سنة ١٨٧٩ كان جون روكفلر قد أحكم سيطرته على الصناعة واصبحت شركة ستاندرد اويل اكبر شركة نفطية في الولايات المتحدة بلا منافس .

وفي الجناح الآخر من العالم كانت منطقة غرب بحر قزوين ، المعروفة حاليا باسم منطقة باكو الواقعة في الاتحاد السوفيتي ، مركزا لانتاج النفط لاستخلاص الكبر وسين لتزويد اوربا خلال سنة ١٨٨٠ . وقد كان للمستثمرين الفرنسيين مصالح تجارية واسعة في هذه المنطقة وخصوصا العائلة الفرنسية المعروفة باسم روث جيلد . وفي غضون ذلك كانت الشركة الملكية الهولندية المعروفة باسم رويال دتش (Royal Dutch) تقوم بانتاج النفط في المناطق الجنوبية الشرقية من اسيا التي تشكل حاليا دولة اندونيسيا . وفي سنة ١٨٩٧ وافقت شركة رويال دتش على اعطاء حقوق تنقيب في بعض اجزاء اندونيسيا للشركة البريطانية المسماة شل (Shell) . بذلك دخلت شركة شل - المختصة بالنقل البحري والتجارة - الى السوق النفطية لاستغلال حقوق التنقيب المعطاة لها . استمرت عمليات شركة شل في تلك المنطقة حتى سنة ١٩٠٧ عندما توصلت شركتا شل ورويال دتش الى اتفاق لدمج الشركتين في شركة جديدة تحمل اسم رويال دتش / شل (Royal Dutch / Shell) مع احتفاظ الهولنديين بنسبة الاغلبية .

اما تاريخ النفط في منطقة الشرق الاوسط فيعود لسنة ١٩٠٠م وذلك مع دخول مهندس المناجم الاسترالي ويليام دي اركي (William D. Archy) الى ايران للتنقيب عن النفط بعد حصوله على حقوق الامتياز من شاه ايران آنذاك . كان الامتياز يغطي مساحة قدرها ٥٠٠ الف ميل مربع ويمتد لفترة ٦٠ سنة وذلك مقابل مدفوعات نقدية تقدر بحوالي مائة الف دولار و١٦٪ من الربح المتحقق . وبسبب فشل عمليات البحث في اكتشاف احتياطات نفطية لمدة طويلة من الزمن اضطر المهندس الاسترالي للبحث عن تمويل جديد لاستمرار عمليات التنقيب . ولما كانت الحكومة البريطانية آنذاك مهتمة في ايجاد مصادر نفطية خارجية خاصة بها فقد وافقت على تمويل عمليات التنقيب التي ما لبثت ان اسفرت عن اكتشاف النفط في منطقة مسجد سليمان سنة ١٩٠٨ . وتم بذلك انشاء الشركة الانجليزية الفارسية (Anglo - Persian) للنفط (المسماة حاليا الشركة النفطية البريطانية او برتش بتروليوم British Petroleum) في سنة ١٩٠٩ للاستفادة من النفط الايراني حيث قامت الشركة ببناء مصفاة عبادان سنة ١٩١٣ .

وخلال تلك الفترة ذاتها كان العراق هدفا لعدة محاولات من جانب الحكومة الألمانية للحصول على حقوق الامتياز. فقد بدأت محاولات الحكومة الألمانية سنة ١٨٩٠ من خلال الضغط على الحكومة العثمانية ولكن هذه المحاولات باءت بالفشل حتى سنة ١٩١٢ عندما تم تأسيس شركة النفط التركية المكونة من مجموعة من الشركات هي الشركة الانجليزية الفارسية وشركة رويال دتش / شل والبنك المركزي الألماني وذلك بنسبة ٥٠٪ / ٢٥٪ و ٢٥٪.

ولقد شهدت الولايات المتحدة سنة ١٩١١ تجزئة شركة ستاندرد اويل الى ثلاث وثلاثين شركة بقرار من القضاء الاميركي بسبب مخالفتها للقوانين الاميركية المتعلقة بحرية التجارة ومنع الاحتكارات. وبذلك تم ايجاد عدة شركات نفطية كان يعد بعضها محورا اساسيا لقيام الشركات النفطية الاميركية الكبرى. ونذكر من هذه الشركات التي انشئت على حساب تقسيم شركة ستاندرد اويل اهمها، وهي: شركة ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (Standard Oil of New Jersey) (حاليا اكسون) وموبيل (Mobil) وستاندرد اويل اوف كاليفورنيا (Standard Oil of California) (سابقا سوكال والآن شيفرون) وستاندرد اويل اوف انديانا (Standard Oil of Indiana) وستاندرد اويل اوف اوهايو (Standard Oil of Ohio) (سوهويو) وكونتنتال (Continental) واتلانتيك ريجفيلد (Atlantic Richfield) وشركات اخرى عديدة. وخلال هذه الفترة تسبب تركيز روكفلر على مراحل الصناعة المختلفة ما عدا الانتاج في تمكن شركتين (شركة غلف Gulf وشركة نفط تكساس Texas Oil) من السيطرة على الانتاج في ولاية تكساس. ونظرا لعدم قدرة هاتين الشركتين على تسويق منتجاتهما في الولايات الشمالية لوقوعها تحت سيطرة شركة ستاندرد اويل فانها اضطرت للدخول الى الاسواق العالمية مما أسهم في تحول هاتين الشركتين الى شركات نفطية كبرى. ومع قرب انتهاء الحرب العالمية الاولى كانت الشركات النفطية السبع الكبرى وهي: ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (اكسون حاليا) وشركة نفط تكساس (تكساكو) وغلف وسوكال وموبيل ورويال دتش شل وبرتش بتر وليم قد احكمت سيطرتها على المناطق النفطية خارج الولايات المتحدة وروسيا مع امتلاكها لخصص مهمة في الولايات المتحدة. وبعد انتهاء الحرب العالمية الاولى وانهمز

المانيا تم تحويل حقوق البنك المركزي الالماني في الشركة التركية للنفط الى فرنسا سنة ١٩٢٤ . واستطاعت بريطانيا خلال هذه الفترة تقوية مركزها في الشرق الاوسط خصوصا في العراق بسبب سيطرتها على تلك المنطقة من خلال معاهدة سان ريمو . وتمكنت بريطانيا بذلك منع الشركات النفطية الاميركية - التي كانت تعمل جاهدة آنذاك للنفوذ الى الشرق الاوسط - من الدخول الى العراق .

ومع اكتشاف النفط بكميات كبيرة في العراق بمنطقة كركوك سنة ١٩٢٧ ، شهدت منطقة الشرق الاوسط تنافسا حادا بين الشركات النفطية خصوصا الاميركية منها للحصول على حقوق الامتياز . ولكن بعد مفاوضات صعبة بين الشركات النفطية والدول الغربية المساندة لها تم التوصل الى اتفاقية الخط الاحمر الخاصة بتحديد المناطق الواقعة تحت الحكم العثماني سنة ١٩١٤ والتي اشتملت على موافقة الشركات النفطية على غزو المناطق المختلفة من الشرق الاوسط بشكل جماعي . ومن نتائج المفاوضات التي جرت سنة ١٩٢٨ استطاعت الشركات الاميركية ان تحصل على نسبة من حقوق الامتياز في العراق .

هذا وقد قامت الشركات الاميركية بشكل منفرد بمحاولة الحصول على الامتيازات من شيوخ الجزيرة العربية والكويت آنذاك مع استمرار اعتراض بريطانيا على تلك المحاولات . وبعد محاولات عديدة استطاعت شركة سوكال الحصول على امتياز للتنقيب عن النفط في الجزيرة العربية سنة ١٩٣٣ . ونتيجة لنجاح شركة سوكال في عمليات التنقيب اضطرت تلك الشركة للاتفاق مع شركة تكساس (تكساكو) للاستفادة من شبكة التسويق التي تمتلكها الشركة الاخيرة .

وتم بذلك خلق شركة ارامكو (Arab - American Oil Co.) لانتاج النفط وشركة كالكس (Caltex) لتسويق النفط من الجزيرة العربية . أما الكويت فقد توصلت الى اتفاق مع شركتي غلف وبرتش بتروليوم سنة ١٩٣٤ . وتم بذلك انشاء شركة نفط الكويت التي بدأت عمليات التنقيب التي اسفرت عن اكتشاف حقل برقان العملاق سنة ١٩٣٨ .

وفي انحاء اخرى من العالم كانت الشركات النفطية ، خصوصا غلف وبرتش بتروليوم ورويال شل وعدد آخر من الشركات الاميركية الصغيرة ، تنتج النفط من

فنزويلا والمكسيك ومناطق أخرى من اميركا اللاتينية وأجنوبية . ولكن هذه المناطق لم تكن مستقرة بسبب محاولاتها الاستقلالية وصراعها مع الشركات النفطية التي كانت تستغلها بصورة بشعة خلال اوائل القرن العشرين . ولم يلبث هذا الصراع ان اشتد اولا في المكسيك سنة ١٩١٧ بسبب قيام الحكومة المكسيكية بتمرير قانون يحصر ملكية الموارد الطبيعية للدولة مما تسبب في توتر العلاقات بين الشركات النفطية الاجنبية والحكومة . انتهى هذا النزاع سنة ١٩٣٨ مع قيام الحكومة المكسيكية بتأميم جميع ممتلكات الشركات النفطية في اراضيها مما تسبب في مقاطعة الشركات للنفط المكسيكي . وقد أدت هذه المقاطعة الى تدهور الانتاج النفطي في المكسيك لفترة طويلة من الزمن وجعلت المكسيك من الدول الثانوية في انتاج النفط بعد أن كانت من أهمها .

ومن الجدير بالذكر ان الشركات النفطية الكبرى التي كانت تتنافس فيما بينها بشكل حاد خلال الفترة الاولى من قيامها استطاعت في وقت لاحق التوصل الى اتفاق مهم فيما بينها للحد من المنافسة الضارة وذلك بموجب الاتفاقية التي سميت باتفاق اكنكاراي (Achnacarry) نسبة للمكان الذي انعقد فيه الاجتماع في سبتمبر ١٩٢٨ . واستهدفت هذه الاتفاقية انهاء المنافسة من خلال الاتفاق على تقسيم السوق بينها على اساس الوضع السائد آنذاك (اتفاقية الوضع كما هو As Is) وتوحيد اسعار النفط في انحاء العالم على اساس سعر النفط في خليج المكسيك . وقد سميت طريقة التسعير المتفق عليها بنظام نقطة الاساس المنفردة (Single Basing Point System) . كان هذا النمط التسعيري يفرض على جميع مشتري النفط في اية بقعة من العالم سعرا للنفط يعادل سعر النفط في خليج المكسيك بالاضافة الى تكاليف الشحن من خليج المكسيك الى نقطة الاستهلاك .

من الواضح ان هذا النمط التسعيري أدى الى إضافة تكاليف شحن وهمية على النفوط المنتجة في مناطق العالم الاخرى كالشرق الاوسط والمبيعة هناك اوفي اوروبا . ويعزى نجاح هذه الاتفاقية الى سببين هما : سيطرة الشركات النفطية على مصادر النفط في العالم ووجود نظام تحديد الانتاج داخل الولايات المتحدة التي

كانت أكبر منتج للنفط في العالم انذاك . فقد اسهم هذا النظام في منع المنافسة بين منتجي النفط داخل الولايات المتحدة من خلال توزيع حصص الانتاج وتحديد سعر النفط عند مستوى مرتفع . ويمكن هذا الثبات في سعر النفط الاميركي وعدم وجود منافسة بين الشركات الكبرى من تثبيت اسعار النفط في العالم بالاعتماد على سعر نفط خليج المكسيك . واخيرا نذكر بأن اتفاق اكنكاري كان بين ثلاث شركات هي ستاندرد اويل اوف نيوجرسي ورويال دتش شل وبرتش بتر وليوم ولكن ما لبثت الشركات النفطية الكبرى الأخرى ان وافقت على بنود هذه الاتفاقية وتعاونت لانجاحها .

ومع انتهاء الحرب العالمية الثانية واكتمال سيطرة الحلفاء على دول الشرق الاوسط وانتهاء التهديد الالمانى ، استطاعت الدول الغربية تأمين المناطق النفطية لمصالحها . وبدأت بذلك مرحلة استنزاف الشركات النفطية الكبرى للاحتياطيات النفطية خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي بشكل لم يسبق له مثيل في تاريخ العالم .

(ب - ٢) عصر الشركات النفطية الكبرى :

تعرضنا في الجزء السابق لتطور الصناعة النفطية وقيام الشركات النفطية الكبرى بشيء من التفصيل . وقد رأينا انه مع حلول سنة ١٩٤٠ كانت هذه الشركات قد أحكمت سيطرتها على معظم مناطق العالم المعروفة باحتياطياتها النفطية أو المحتمل وجود النفط فيها . ونستعرض فيما يلي التطورات العديدة التي تعرضت لها السوق النفطية ابتداء بالحقبة الاولى التي تميزت بوجود الشركات النفطية الكبرى والتي امتدت حتى بداية السبعينات وانتهاء بالحقبة الثانية التي بدأت سنة ١٩٧٠ والتي شهدت تطورات هامة في ملكية الموارد النفطية وسعر النفط . وتجدر الاشارة هنا الى اننا لا نعتبر سنة ١٩٦٠ ، التي شهدت قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك) كبداية للحقبة الثانية وذلك لعدم حدوث اية تغيرات هامة في السوق النفطية انذاك بالاضافة الى ما لعبته اوبك من دور ثانوي خلال العشر سنوات الاولى من عمرها . ونذكر اخيرا بأن السرد التاريخي يمتاز

بالتركيز على اهم الحوادث فقط مع تجنب التفاصيل ، لذلك فان القارئ المهتم بالجوانب التاريخية يمكنه الرجوع الى المصادر المذكورة في نهاية الفصل للاطلاع على ما يتغيه من تفاصيل .

امتازت الفترة حتى نهاية الستينات بهيمنة الشركات النفطية الكبرى المعروفة بالأخوات السبع على السوق النفطية بشكل شبه تام خصوصا خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي . وهذه الشركات هي : ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (اكسون حاليا) وشركة نفط تكساس (تكساكو) وستاندرد اويل أوف كاليفورنيا (سوكال وحاليا شيفرون) وموبيل وغلف من الولايات المتحدة بالإضافة الى الشركة البريطانية (برتش بتر وليوم) واخيرا رويال دتش شل وهي شركة هولندية انجليزية مشتركة وبالإضافة الى هذه الشركات كانت الشركة الفرنسية تعتبر احيانا الاخت الثامنة لامتلاكها نسبة صغيرة من بعض الامتيازات في العراق وايران في وقت لاحق .

ولما كانت هذه الشركات السبع تتمتع بحقوق تنقيب واسعة في المناطق المنتجة للنفط من خلال نظام الامتياز (Concession System) ، فقد تمكنت من السيطرة على اكثر من ٦٥٪ من مجمل احتياطيات العالم من النفط آنذاك واكثر من ٩٠٪ من الانتاج العالمي من النفط خارج المعسكر الاشتراكي والولايات المتحدة . ويقصد بالامتياز عقد بين شركة معينة او مجموعة من الشركات المشتركة وحكومة دولة معينة منتجة للنفط تحدد فيه مساحة المنطقة الممنوحة للتنقيب والمدة الزمنية للعقد وطبيعة المدفوعات للحكومة وصلاحيات الشركة في اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج والتسعير ، وأخيرا كيفية حل المشكلات التي قد تحدث خلال فترة العقد . ونظرا لعدم تكافؤ الجانبين في معظم هذه الاتفاقيات حيث كانت الشركات تتمتع بوضع سياسي ومادي وتكنولوجي افضل من حكومات الدول المنتجة للنفط التي كانت في معظمها دولا متخلفة بسبب الظروف الاستعمارية الصعبة التي مرت بها فان مراجعة بنود هذه الاتفاقيات المنعقدة بين الشركات النفطية والدول المنتجة للنفط تبين ان نظام الامتيازات كان فعالا في تجريد الدول المعنية من جميع حقوقها في مواردها الطبيعية . فقد كان هذا النظام يعطي الشركات حق الاستفادة من مناطق

واسعة تصل في معظم الاحيان الى بلدان بأكملها مع تحديد فترة الامتياز بمدة طويلة تصل الى ٩٠ سنة احيانا . كذلك كانت الشركات تجرد الحكومات من سلطاتها من خلال فرض شرط نظام التحكيم الخارجي بدلا من التحكيم في المحاكم الوطنية . ونذكر على سبيل المثال الامتياز المعطى للمهندس الاسترالي دي اركي في ايران سنة ١٩٠١ الذي كان يغطي مساحة قدرها ٥٠٠ الف ميل مربع وتصل مدته الى ٦٠ سنة وكذلك الامتياز المعطى لشركة نفط الكويت المكونة من غلف وبرتش بتر وليم سنة ١٩٣٤ والذي كان يغطي دولة الكويت بأكملها وتبلغ مدته ٧٥ سنة . وعموما يعزى وجود نظام الامتيازات انذاك وما صاحبه من تجريد الدول النفطية من حقوقها الاساسية في مواردها الطبيعية للظروف الاستعمارية التي كانت تعيشها هذه الدول والدعم السياسي لهذه الشركات من جانب الحكومات الأم بالإضافة إلى تفشي التخلف في الدول المنتجة وعدم إلمامها بالصناعة النفطية واهميتها .

هذا وان إحكام الشركات النفطية الكبرى سيطرتها على مناطق الانتاج قد زامنه تكامل هذه الشركات رأسيا (Vertical Integration) من خلال ملكية كل من التسهيلات الخاصة بعمليات الانتاج والنقل والتصفية والتسويق بالإضافة الى تكاملها الأفقي (Horizontal Integration) من خلال دخولها الجماعي في عدد كبير من الاتفاقيات مع الدول المنتجة للنفط مما جعل من الممكن لهذه الشركات ان تسيطر على جميع مراحل الصناعة النفطية .

وبذلك تمكنت الشركات من خلال تكاملها الأفقي من برجة انتاجها من النفط الخام من المناطق المختلفة مما ضمن لها أقصى استفادة من خلال خلق حالة توازن دائمة بين العرض والطلب . كذلك فان تكاملها الرأسى كان سببا في ابقاء النفط ضمن شبكة الشركات الكبرى في جميع مراحل الصناعة بحيث تصل المنتجات المكررة الى المستهلكين دون حاجة لاسواق . ان هذه المزايا الخاصة بالشركات الكبرى جعلت من غير الضروري وجود اسواق للنفط الخام او المنتجات بل شبكة من الشركات التي تقوم بجميع العمليات الضرورية ابتداء من الانتاج وانتهاء الى

تسويق المنتجات . وكما سبق وان أشرنا الى انه بهدف تعظيم ارباحها فقد لجأت الشركات الى التنسيق فيما بينها من خلال تثبيت الاسعار بالاضافة الى منع الشركات الجديدة من الدخول من خلال سيطرتها على مناطق واسعة من خلال الامتيازات مع العلم بأنها كانت تنقب عن النفط في مناطق ضيقة جدا من هذه البلدان . ونظرا لمرور جميع مراحل الصناعة النفطية خلال تلك الفترة بتقدم تكنولوجي مستمر فان تثبيت الاسعار مع انخفاض التكاليف باستمرار كان يضمن لهذه الشركات مستوى مرتفعا من الارباح .

كانت الاساطيل الاميركية والبريطانية خلال الحرب العالمية الثانية تشتري المنتجات النفطية من مصفاة عبدان بتكاليف مرتفعة جدا بسبب قيام الشركات باضافة التكاليف الوهمية المساوية لتكلفة الشحن من خليج المكسيك الى تلك النقطة . وقد تسبب الارتفاع الشديد في تكاليف المنتجات في معارضة الحكومة البريطانية بشدة لهذا النظام التسعيري مما جعل الشركات تقبل في سنة ١٩٤٧ بنظام تسعير جديد يسمى نظام نقطة الأساس المزدوجة (Double Basing Point System) . كان يفترض هذا النظام وجود نقطتي أساس يتعادل فيها سعر النفط . اي ان سعر النفط في خليج المكسيك يعادل سعر النفط في الخليج العربي . وتم بذلك ازالة تكاليف الشحن الوهمية ولكن بقيت ارباح الشركات العاملة في دول الخليج مرتفعة بسبب ضالة تكاليف الانتاج في الخليج العربي مقارنة بخليج المكسيك .

ومع تطبيق نظام نقطة الأساس المزدوجة اصبحت نقطة التعادل (Equalization Point) في اسعار النفط بالقرب من مالطا في البحر الابيض المتوسط . وبذلك كانت المناطق الواقعة الى الغرب تفضل شراء النفط الفنزويلي . وبانتهاء الحرب العالمية الثانية وبدء خطة مارشال لاعادة تعمير اوروبا واليابان بدأت الشركات النفطية الكبرى باعطاء اهتمام متزايد لتوسيع اسواقها لتصرف الكميات الهائلة التي تمتلكها من النفط .

وأدت هذه الرغبة من الشركات في توسيع اسواقها الى قيامها بتخفيض سعر نفط الخليج العربي لتحريك نقطة التعادل الى الغرب مما اسهم في ادخال اوروبا

ضمن نطاق الانتاج من الشرق الاوسط . هذا التحول في نقطة التعادل من مالطا الى لندن جعل من الممكن للشركات النفطية الكبرى ان تتنافس مباشرة مع الاسواق التقليدية للنفط الاميركي والفتروپلي . ومع استمرار زيادة الانتاج من الشرق الاوسط قامت الشركات بتخفيض اسعار نفط الخليج العربي مرة اخرى من خلال اعلان الساحل الشرقي للولايات المتحدة (مدينة نيويورك) نقطة التعادل لجميع النفوط واصبحت بذلك الولايات المتحدة ايضا ضمن نطاق الانتاج من الشرق الاوسط .

نشير هنا الى ان خطة مارشال اسهمت في ايجاد طلب متزايد على النفط كمصدر للطاقة بسبب التركيز على التصنيع والقدرة على منافسة الدول الاخرى في انتاج السلع . ولما كان النفط متوافرا بكميات هائلة وبتكاليف زهيدة فان معظم احتياجات اوروپا واليابان من الطاقة اصبحت تشبع باستخدام النفط بدلا من الفحم المستخدم سابقا كمصدر أساسي للطاقة . ادى هذا التحول الكبير في استخدام النفط بدلا من الفحم الى نمو الطلب على النفط بشكل كبير خلال الفترة منذ الخمسينات .

لقد شهد عقد الخمسينات تحولات عديدة في السوق النفطية اسهمت في اضعاف الشركات الكبرى . فقد قامت الدول الاوربية واليابان بالعمل على التخلص من سيطرة الشركات الكبرى من خلال انشاء شركات وطنية حيث قامت شركة اينى الايطالية سنة ١٩٥٣ بالدخول الى السوق النفطية للحصول على حقوق التنقيب . وما لبثت ان حصلت على عدة امتيازات في كل من مصر وايران وتونس وليبيا والمغرب . كما قامت الشركة الوطنية الفرنسية بالدخول الى الجزائر واكتشفت النفط سنة ١٩٥٦ . وكانت هناك ايضا الشركة العربية اليابانية التي استطاعت الحصول على حقوق الامتياز في المنطقة المحايدة بين الكويت والسعودية خلال سنة ١٩٥٧ . كما شهدت هذه الفترة تنامي عدد الشركات النفطية الاميركية الصغيرة المسماة بالشركات المستقلة في السوق النفطية مثل اوكسيدنتال (Occidental) وجيتي (Getty) واتلانتيك رجفيلد واشلاند (Ashland) والشركة الاميركية المستقلة (American Independent Oil Co.) (امينواويل) التي

حصلت على امتياز في المنطقة المحايدة ايضا خلال سنة ٤٨ - ١٩٤٩ وغيرها . استطاعت هذه الشركات المستقلة اضعاف سيطرة الشركات الكبرى من خلال اكتشاف النفط في مناطق خارجة عن مناطق الانتاج التقليدية . فقد تم اكتشاف النفط في ليبيا سنة ١٩٦٨ من جانب شركة اوكسيدنتال . كما تم اكتشاف النفط في نيجيريا والغابون وعدد اخر من الدول . ومن التحولات الاخرى التي اصاب السوق النفطية نذكر دخول الاتحاد السوفياتي كبائع للنفط ابتداء من سنة ١٩٥٣ وقيام الحكومة الاميركية بفرض قيود ملزمة على استيراد النفط الى الولايات المتحدة الاميركية سنة ١٩٥٩ وذلك بهدف حماية الصناعة النفطية المحلية . وقد أجبرت هذه القيود الشركات المستقلة على البحث عن اسواق جديدة لتصريف انتاجها المتزايد . وتسببت هذه الضغوط في ازدياد حدة المنافسة بين الشركات النفطية المختلفة مما اسهم في تدهور اسعار النفط خلال تلك الفترة ابتداء من سنة ١٩٥٩ .

يمكن القول بشكل عام بأن الفترة من ١٩٠٠ الى ١٩٦٠ تميزت بهدوء نسبي حيث تعرض النظام السائد في الصناعة النفطية للتحدي مرتين فقط . كان التحدي الاول في المكسيك سنة ١٩١٧ مع قيام الحكومة المكسيكية باصدار قانون يحرص ملكية الموارد الطبيعية للدولة وانتهى هذا التحدي مع قيام الحكومة المكسيكية بتأميم الشركات النفطية العاملة في اراضيها سنة ١٩٣٨ . وكما سبق أن ذكرنا بأن هذا التأميم تسبب في مقاطعة الدول الغربية للنفط المكسيكي مما ادى الى تدهور الانتاج لفترة طويلة من الزمن . أما التحدي الثاني فقد كان في ايران سنة ١٩٥١ وذلك بقيادة رئيس الوزراء الايراني انذاك الدكتور محمد مصدق ، حيث ادى رفض الشركة الانجليزية الفارسية بالموافقة على اعطاء الحكومة الايرانية دورا في ادارة الشركة الى تأميم ممتلكاتها . قامت الشركات النفطية حينذاك بمقاطعة النفط الايراني نظرا لتهديد الحكومة البريطانية بمحاكمة الجهات التي تتعامل مع الحكومة الايرانية . وتسببت هذه المقاطعة في تدهور الايرادات النفطية لعدم وجود مشترين للنفط ، وفي المقابل استطاعت الشركات النفطية تعويض الانتاج الايراني من خلال زيادة الانتاج في الدول الاخرى . ومع اشتداد الازمة بين الحكومة

الايرائية والبريطانية قام مصدق بطرد الشاه سنة ١٩٥٣ لمنع نقض قرار التأميم . ولكن استطاعت الولايات المتحدة من خلال وكالة الاستخبارات المركزية الاميركية (CIA) ارجاع الشاه الى سدة الحكم ومن ثم اعتقال رئيس الوزراء الايراني ونقض قرار التأميم . وفي سنة ١٩٥٤ دخلت الشركات النفطية ايران مرة ثانية بعد اتفاق بريطانيا والولايات المتحدة على تشكيل هيئة (Consortium) تضم مجموعة من الشركات الاميركية بالاضافة الى الشركة الانجليزية الفارسية التي تم تعديل اسمها لتصبح برتش بتر وليوم والشركة الفرنسية . وكانت هذه التطورات في ايران سببا في فقد بريطانيا لسيطرتها على النفط الايراني التي استمرت لفترة تصل الى خمسين سنة تقريبا .

وغالبا ما يعزى سبب نجاح الشركات النفطية في استعادة مناطق انتاجها في ايران الى سيطرتها الاقوية (تكاملمها الافقي) على السوق النفطية مما مكنها من تعويض الانتاج الايراني وبالتالي قدرتها على مقاطعة ايران تماما . لا شك انه في مقابل ذلك تسببت المقاطعة النفطية في معاناة الحكومة الايرانية انذاك بسبب نقص الايرادات النفطية مما عرقل خططها وادى الى استياء العاملين في القطاع النفطي مما اسرع في اسقاط الحكومة آنذاك .

وفيما يتعلق بالمدفوعات المتفق عليها تحت نظام الامتيازات فقد كانت الدول النفطية في الشرق الاوسط تحصل على رسم ثابت يساوي ٢٢ر٠ دولار للبرميل . ولكن استطاعت هذه الدول تعديل هذه المدفوعات اقتداء بما حدث في فنزويلا سنة ١٩٤٨ عندما رفعت الحكومة الفنزويلية معدل الضريبة لتحقيق المناصفة في الارباح . فقد بدأ تطبيق قاعدة المناصفة (Profit Sharing) في منطقة الشرق الأوسط مع نهاية سنة ١٩٥٢ بعد رفض الشركات الكبرى في بادئ الامر ، ولكن موافقة الشركات النفطية الصغيرة (المسماة المستقلة) على هذه التعديلات أجبرها على الإذعان لهذه المطالب . كان هذا التعديل في شروط الامتياز سببا في قيام الشركات الكبرى باعلان جدول الاسعار المعلنة (Posted Prices) لنفوط الشرق الاوسط ، حيث انها فضلت استخدام هذه الاسعار لحساب الكلفة الضريبية (Tax-Paid Cost) لكل برميل من النفط بدلا من الكشف عن ارباحها السنوية . ومن نتائج

تطبيق مفهوم المناصفة ان ارتفعت ايرادات الدول النفطية في الشرق الاوسط الى ٠٫٨ دولار للبرميل بالاضافة الى الاتاوة (الريع Royalty) التي كانت تحسب على اساس ما نسبته ١٢٫٥٪ من السعر المعلن. ولكن بسبب الممارسات الخبيثة للشركات النفطية فانها استطاعت اجبار الدول المنتجة للنفط على اعتبار مدفوعات الاتاوة جزءا من الالتزامات الضريبية وبالتالي خسرت هذه الدول مدفوعات الاتاوة. وكانت المدفوعات الضريبية انذاك تحسب على اساس ٥٠٪ من الفرق بين السعر المعلن وتكلفة انتاج البرميل الواحد. وقد استمر هذا الوضع حتى سنة ١٩٦٤ عندما استطاعت هذه الدول اجبار الشركات على تعديل الوضع وموافقتها على دفع الاتاوة بشكل مستقل مع اعتبار هذه المدفوعات نفقة. وسنوضح في الملحق (أ) كيفية حساب ايرادات الدول المنتجة قبل وبعد اجراء هذا التعديل.

ان نجاح الشركات الكبرى في الاتفاق فيما بينها لمنع المنافسة وتحديد لها سعر النفط على اساس موحد وعند مستوى مرتفع جدا بالمقارنة مع تكاليف الانتاج بالاضافة الى التقدم التكنولوجي الذي كان يؤدي باستمرار الى انخفاض التكاليف في جميع مراحل الصناعة النفطية واخيرا النمو المستمر في الطلب على النفط مكنها من جني عوائد عالية جدا من عملياتها المختلفة. فقد بلغ العائد على الرأسمال المستثمر في هذه الشركات حوالي ٦٠٪ خلال الفترة ١٩٥٦ - ١٩٦٠ مع وجود تفاوت كبير من دولة الى اخرى. فالعائد في المملكة العربية السعودية بلغ حوالي ٥٧٪ سنة ١٩٥٧ بينما كانت النسبة في قطر حوالي ١٥٠٪ عام ١٩٥٨. في المقابل كان العائد في فنزويلا حوالي ٢٠٪ الى ٣٠٪ خلال الفترة ١٩٥٣ - ١٩٥٧ ويعود ذلك الى سيطرة الحكومة الفنزويلية على الصناعة النفطية وتمتعها بقدر اكبر من حرية التصرف في مواردها النفطية. وبالمقارنة كان العائد خلال تلك المرحلة في الولايات المتحدة حوالي ١١٪.

كان لتنامي الضغوط التنافسية خلال الخمسينات تأثير كبير في قدرة الشركات الكبرى على التنسيق فيما بينها، فقد اضطرت لقبول تخفيض مستمر في سعر النفط. ولكن لعدم رغبة الشركات هذه في قبول تخفيض حاد في ارباحها فقد لجأت

الى تخفيض الاسعار المعلنة . ولما كان السعر المعلن هو السعر الذي يتم على اساسه حساب مقدار المدفوعات الضريبية للدول المنتجة ، اي ان السعر المعلن كان يحدد كلفة البرميل الواحد من النفط في المناطق التي كانت تسيطر عليها هذه الشركات فان تخفيض الاسعار المعلنة كان يسهم في تخفيض هذه الكلفة الضريبية ، مما يمكنها من منافسة المنتجين الاخرين عن طريق البيع بأسعار متدنية . فقد كان اول تخفيض مهم في السعر المعلن لنفط الشرق الاوسط في فبراير ١٩٥٩ عندما خفضته الشركات الكبرى ليصبح ١٩٠ دولار/برميل بدلا من ٢٠٨ دولار/برميل . أما التخفيض الثاني فقد حدث في اغسطس سنة ١٩٦٠ ليصل السعر المعلن الى ١٨٠ دولار/برميل ، انظر جدول (١-١) . وتسببت هذه التخفيضات في السعر المعلن في تدهور مداخيل الدول المنتجة للنفط في الشرق الأوسط مما أدى الى تدميرها الشديد . وقد قدرت الخسائر في إيرادات الدول النفطية آنذاك بحوالي ٢٧٠ مليون دولار تقريبا .

وكان من نتائج التخفيضات السعريّة التي حدثت خلال ١٩٥٩ ان اصبحت فنزويلا التي كانت من الدول النفطية الهامة آنذاك في وضع تنافسي ضعيف بالمقارنة مع دول الشرق الاوسط . لذا فقد قامت فنزويلا باجراء مشاورات مكثفة مع الدول الخليجية للوصول الى صيغة تحقق الاستقرار في الأسعار والانتاج . أسفرت هذه المشاورات عن الاتفاق بين دول الخليج وفنزويلا على ضرورة التنسيق بين الدول المنتجة لضمان مصالحها . وبفضل وزير النفط الفنزويلي والسعودي (السيد / الفونسو والسيد / عبدالله الطريقي) فقد تم عقد عدة اجتماعات بين الدول النفطية المعنية وهي الكويت والسعودية والعراق وايران وفنزويلا أسفرت عن وضع وثيقة تفاهم بين هذه الدول وشكلت حجر الأساس للتعاون بينها . وعندما قامت الشركات بتخفيض السعر خلال اغسطس ١٩٦٠ سارعت الدول النفطية المذكورة الى ترتيب اجتماع عاجل في سبتمبر ١٩٦٠ بناء على اقتراح من الحكومة العراقية آنذاك . وتم خلال هذا الاجتماع الاعلان عن قيام منظمة الاقطار المصدرة للنفط (اوبك) والتي من أهدافها المعلنة تنسيق وتوحيد سياسات الدول الاعضاء في الامور الخاصة بالصناعة النفطية . وطالبت الدول

جدول (١ - ١) : تطور الأسعار المعلنة والرسمية للنفط العربي
الخفيف (٣٤ درجة) للفترة ١٩٤٩ - ١٩٨٦ .
(دولار / برميل)

الشهر والسنة	السعر المعلن ^(١) (Posted Price)	السعر الرسمي ^(٢) (Official Price)
أبريل ١٩٤٩	١٨٤	-
فبراير ١٩٥٣	١٩٣	-
يونيو ١٩٥٧	٢٠٨	-
فبراير ١٩٥٩	١٩٠	-
أغسطس ١٩٦٠	١٨٠	-
فبراير ١٩٧١	٢١٨	-
يونيو ١٩٧١	٢٢٩	-
يناير ١٩٧٢	٢٤٨	-
يناير ١٩٧٣	٢٦٠	-
أكتوبر (١) ١٩٧٣	٣٠١	-
أكتوبر (١٦) ١٩٧٣	٥١٢	-
يناير ١٩٧٤	١٦٥	-
نوفمبر ١٩٧٤	١٧٥	١٠٤٦
أكتوبر ١٩٧٥	١٢٣٨	١١٥١
يناير ١٩٧٧	١٣٠٠	١٢٠٩
يناير ١٩٧٩	١٤٣٤	١٣٣٤
يونيو ١٩٧٩	١٩٣٦	١٨٠٠
نوفمبر ١٩٧٩	٢٥٨١	٢٤٠٠
يناير ١٩٨٠	٢٧٩٦	٢٦٠٠
أغسطس ١٩٨٠	٣٢٢٦	٣٠٠٠
نوفمبر ١٩٨٠	٣٤٤١	٣٢٠٠
يناير ١٩٨٢	٣٤٠٠	٣٤٠٠
يناير ١٩٨٣	٣٤٠٠	٣٠٠٠
يناير ١٩٨٤	٢٩٠٠	٢٨٠٠

المصدر : Abbas AL-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy,
Pages 30 - 31.

ملاحظات : (١) السعر المعلن هو السعر الذي تحسب الضرائب والأتاوة على أساسه . بعد سنة ١٩٧٣ أصبح السعر المعلن يشير إلى النفط العربي الخفيف (نفط الإشارة لدول الأوليك).

(٢) السعر الرسمي لبيع النفط يمثل تكلفة برميل من نفط الإشارة على متن ناقلة نفط في ميناء رأس تنورة في السعودية .

الاعضاء خلال هذا الاجتماع الشركات ارجاع الاسعار المعلنة الى مستواها السابق والتأكيد على ضرورة عدم اجراء تعديلات مستقبلية في الاسعار المعلنة الا بعد التشاور مع الحكومات المعنية. وعلى الرغم من ان الشركات النفطية آنذاك لم تراجع عن قراراتها بخصوص الاسعار ولم تعترف رسميا بالمنظمة كجهاز مركزي يمثل الدول الاعضاء فانها لم تجرؤ على تخفيض الاسعار المعلنة بعد ذلك التاريخ رغم التدهور المستمر في اسعار النفط المتحققة في السوق والتي وصلت الى ١٣٠ - ١٤٠ دولار/برميل.

بعد قيام منظمة الاوبك اصبحت المشاورات بين الاعضاء تنطرق لكيفية العمل على تعديل الاسعار لرفع الايرادات النفطية. وكانت برمجة الانتاج (Production Programming) لرفع الاسعار احد الخيارات ومن ضمن البدائل المطروحة. والسبب في طرح هذا الخيار هو نجاح تجربة الولايات المتحدة خلال الثلاثينات بالتحكم في أسعار النفط من خلال تحديد الانتاج. ونظرا لعدم قدرة الدول النفطية على التدخل في اتخاذ القرارات المتعلقة بالانتاج والتسعير فانها تبنت بديلا اخر يهدف الى العمل على رفع الحد الأدنى للأسعار من خلال تعديل الكلفة الضريبية. وانطلاقا لتحقيق هذا الهدف اتخذت المنظمة سلسلة خطوات كانت اهمها مفاوضات تنفيق الربيع (Royalty Expensing) التي بدأت في اغسطس ١٩٦٢ وانتهت في نوفمبر ١٩٦٤. وأسفرت هذه المفاوضات عن الاتفاق على وجوب تنفيق الربيع (الاتاوة) المدفوع للحكومات المنتجة اي اعتباره نفقة بدلا من اعتباره دفعة اولى نحو المدفوعات الضريبية مما يجعل مدفوعات الاتاوة تمتص تماما في ضرائب الدخل. ويوضح الملحق (أ) كيفية تحديد الكلفة الضريبية قبل وبعد اتفاق تنفيق الربيع. وفي غضون هذه الفترة استطاعت الدول الأعضاء الاتفاق على الغاء حسومات التسويق المعطاة للشركات مقابل تسويق النفط والتأكيد على استخدام السعر المعلن كأساس لحساب الكلفة الضريبية في جميع الدول الأعضاء بدلا من استخدام الأسعار المتحققة (Realized Prices) التي كانت تستخدم في ليبيا والسعودية وفنزويلا.

وبشكل عام كانت انجازات الاوبك خلال الفترة ١٩٦٠ - ١٩٦٩ محدودة جدا بسبب استمرار هيمنة الشركات الكبرى على السوق النفطية . فقد استطاعت الشركات مقاومة معظم المطالب الرئيسية المتعلقة بالمشاركة في اتخاذ قرارات التسعير والانتاج في حين وافقت على اجراء التعديلات الهامشية في مواد اتفاقيات الامتياز . ولكن مع حلول سنة ١٩٦٩ كانت الشركات الكبرى قد عانت قدرا كبيرا من المنافسة من الشركات النفطية الاخرى سواء الوطنية او الاميركية المستقلة . فقد انخفضت حصة الاخوات السبع في السوق النفطية من ٩٨,٣٪ الى ٧٦,١٪ خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٦٩ ، انظر جدول (١ - ٢) ، وأسهم هذا الانخفاض الكبير في الحصة السوقية للشركات الكبرى في اضعافها وفقدان سيطرتها على السوق النفطية . وفي مقابل ذلك شهدت عضوية منظمة الاوبك تزايدا في العدد مما تسبب في رفع أهمية دول الاوبك في السوق النفطية . فقد بلغت احتياطيات دول الاوبك سنة ١٩٧٠ حوالي ٤١٢ بليون برميل اي ٦٧,٥٪ من الاحتياطي العالمي المعروف آنذاك بينما بلغت كمية الانتاج والصادرات ٢٣,٤ و ٢٠,٢ مليون برميل يوميا بالترتيب وذلك يعادل ٤٩٪ من الانتاج العالمي و ٨٦,٣٪ من الصادرات ، انظر الجدولين (١ - ٣) و (١ - ٤) . اما فيما يتعلق بعضوية الاوبك فقد ارتفعت الى ثلاث عشرة دولة انضمت كما يلي : الكويت والسعودية وايران والعراق وفنزويلا سنة ١٩٦٠ وقطر سنة ١٩٦١ واندونيسيا وليبيا سنة ١٩٦٢ وابوظبي سنة ١٩٦٧ والجزائر سنة ١٩٦٩ ونيجيريا سنة ١٩٧١ والاكوادور سنة ١٩٧٣ وأخيرا الغابون سنة ١٩٧٥ .

جدول (١ - ٢) : حصة الشركات النفطية الكبرى من السوق العالمية،

١٩٥٠ - ١٩٦٩^(١).

(نسب مئوية)

الشركة	١٩٥٠	١٩٥٧	١٩٦٩ ^(٢)
ستاندرد اويل اوف نيوجرسي (اكسون حاليا)	٣٠٤	٢٢٨	١٦٦
الشركة النفطية البريطانية (برتش بتروليوم)	٢٦٣	١٤٤	١٦١
الشركة الملكية الهولندية وشل (رويال دتش / شل)	١٣٨	١٧٥	١٣٣
شركة نفط الخليج (غلف)	١٢١	١٤٨	٩٨
الشركات الأربع الكبرى	٨٢٦	٦٩٥	٥٥٨
الشركات السبع الكبرى	٩٨٣	٨٩٠	٧٦١
اخرى	١٨	١١١	٢٣٩
المجموع	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠

المصدر: M.A. Adelman, The World Petroleum Market, Page 80-81.

The Johns Hopkins University Press, 1972.

ملاحظات: (١) يشمل الانتاج خارج الولايات المتحدة والدول الاشتراكية.

(٢) للنصف الأول من سنة ١٩٦٩.

جدول (١ - ٣) : تطور احتياطات النفط للدول الأعضاء
في الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٦ م.
(بليون برميل)

الدولة	١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٨٠	١٩٨٦ ^(٣)
الجزائر	٥٥	٨١	٧٧	٨٢	٨٨
الاكوادور	- (١)	٠٨	٢٥	١١	١٧
غابون	٠٢	٠٧	١٨	٠٥	٠٥
اندونيسيا	٩٥	١٠٠	١٥٠	٩٥	٨٥
ايران	٣٥٠	٧٠٠	٦٦٠	٥٧٥	٤٧٩
العراق	٢٦٥	٣٢٠	٣٥٠	٣٠٠	٤٤١
الكويت ^(٢)	٦٥٠	٨٠٠	٨١٥	٦٧٩	٩٢٥
ليبيا	٣٠	٢٩٢	٢٦٦	٢٣٠	٢١٣
نيجيريا	٠٣	٩٣	٢٠٩	١٦٧	١٦٦
قطر	٣٠	٤٣	٦٠	٣٦	٣٣
السعودية ^(٢)	٥٥٠	١٤١٤	١٧٣٢	١٦٨٠	١٧١٥
الامارات	- (١)	١٢٨	٣٣٩	٣٠٤	٣٢٩
فنزويلا	١٧٦	١٤٠	١٥٠	١٨٠	٢٥٦
مجموع الأوبك	٢٢٠٠	٤١٢٠	٤٨٥٠	٤٣٤٠	٤٧٥١
مجموع العالم	٣١٠٠	٦١١٠	٧١٦٠	٦٤٩٠	٧٠٠١
حصة الأوبك للعالم (%)	٧١١	٦٧٥	٦٧٨	٦٧٠	٦٧٩

المصدر: OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Page 36.

- Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 167, The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.

- American Petroleum Institute, Basic Petroleum Data Book, Vol. VI, No. 2, May 1986.

ملاحظات: (١) الإشارة (-) تدل على رقم اصغر من ٠.٥ بليون برميل نفط.

(٢) احتياطات السعودية والكويت تشمل نصف احتياطات المنطقة المحايدة.

(٣) ارقام سنة ١٩٨٦ تمثل البيانات حسب اول يناير ١٩٨٦.

جدول (١ - ٤) : الانتاج والصادرات من النفط
في دول الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٥ .
(مليون برميل / يوم)

الدولة	١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٢	١٩٨٥
الجزائر أ ص	٣٠٣ ٣٠٣	١٠٠ ١٠٠	١٠٠ ٩٠	٢٠٠ ١٠٠	١٠٠ ٧٠	٨٠٠ ٦٠٠	٧٠٠ ٢٠٠
الاكوادور أ ص	- -	- -	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ١٠٠	٣٠٣ ٢٠٢
غابون أ ص	- -	١٠٠ ١٠٠	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ٢٠٢	٢٠٢ ١٠٠	٢٠٢ ٢٠٢
اندونيسيا أ ص	٤٠٢ ٢٠٢	٩٠٦ ٦٠٦	٤٠١ ١٠٠	٦٠٦ ٣٠٣	٦٠١ ١٠٠	٣٠٣ ٩٠٩	٢٠٢ ٧٠٧
ايران أ ص	٢٠٢ ٨٠٨	٣٠٨ ٣٠٣	٦٠٠ ٥٠٤	٢٠٢ ٤٠٤	٥٠١ ٨٠٨	٢٠٠ ٦٠٦	٢٠٢ ٦٠٦
العراق أ ص	١٠٠ ١٠٠	٥٠١ ١٠٥	٢٠٠ ١٠٨	٢٠٦ ٢٠٤	٢٠٦ ٢٠٥	١٠٠ ٨٠٨	٤٠١ ١٠١
الكويت أ ص	١٠٧ ٥٠١	٣٠٠ ٢٠٦	٢٠٥ ٢٠٢	٢٠١ ١٠٨	١٠٧ ٣٠٣	٩٠٩ ٨٠٨	٩٠٩ ٥٠٥
ليبيا أ ص	- -	٣٠٣ ٣٠٣	٥٠١ ٥٠١	٢٠٠ ٩٠٩	١٠٨ ٧٠٧	٢٠٢ ١٠١	١٠٠ ٩٠٩
نيجيريا أ ص	- -	١٠١ ١٠١	٢٠٣ ٢٠٢	٩٠٩ ١٠٨	٢٠١ ٢٠٠	٣٠٣ ١٠٠	٥٠١ ٢٠٢
قطر أ ص	٢٠٢ ٢٠٢	٤٠٠ ٤٠٠	٥٠٠ ٥٠٠	٥٠٠ ٥٠٠	٥٠٠ ٥٠٠	٣٠٣ ٣٠٣	٣٠٣ ٣٠٣
السعودية أ ص	١٠٥ ١٠٢	٣٠٨ ٣٠٢	٨٠٥ ٧٠٩	٨٠٣ ٧٠٧	٩٠٩ ٩٠٢	٨٠٨ ٦٠١	٣٠٢ ٢٠٣
الامارات أ ص	- -	٨٠٠ ٨٠٠	٧٠٧ ٧٠٧	١٠٨ ١٠٨	١٠٧ ١٠٧	٢٠٢ ١٠١	١٠١ ١٠٠

الدولة	١٩٦١	١٩٧٠	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٢	١٩٨٥
فنزويلا أ	٢٩	٣٧	٣٠	٢٢	٢٢	١٩	١٧
ص	٢٠	٢٤	١٨	١٢	١٣	١٥	٠٨
مجموع أ	٩٤	٢٣٤	٣٠٧	٢٩٨	٢٦٩	١٩١	١٥٦
الأوبك ص	٧٤	٢٠٢	٢٧٣	٢٦١	٢٢٩	١٤٣	١٠٨
مجموع أ	٢٢٣	٤٥٧	٥٦١	٦٠١	٥٩٧	٥٣٨	٥٣٥
العالم ص	٨٢	٢٣٤	٣١٣	٣١٣	٣٠٦	٢٢٤	٢٠٤
حصة الأوبك أ	٤١٩	٤٩٠	٥٢٤	٤٦٤	٤٢٩	٣٥٣	٢٩١
الى العالم ص	٩٠٩	٨٦٣	٨٧٠	٨٣٤	٧٤٨	٦٣٩	٥٣١

المصدر: - OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Pages 14,24&27.

- Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 155 - 56,

The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.

ملاحظات: (١) الإشارة (-) تعني رقم اصغر من ٥٠ الف برميل / اليوم.

(٢) الإشارة (-) تعني صفر أو لا يوجد.

(٣) الحرف (أ) يدل على الانتاج.

(٤) الحرف (ص) يدل على الصادرات.

ج - مستجدات مشكلة الطاقة خلال السبعينات

شهدت سنة ١٩٧٠ أول ارتفاع في الأسعار المعلنة للنفط الليبي بمقدار ٣٠ سنتا اميركيا منذ قيام الاوبك سنة ١٩٦٠. وقد أدى ارتفاع سعر النفط الليبي الى قيام الدول النفطية الاخرى بمطالبة الشركات العاملة في اراضيها بمنحها هذه الزيادة عملا بمفهوم المعاملة بالمثل. اما كيفية حدوث هذا التغير الرئيسي في موقف الشركات النفطية فقد كان سببه الضغوط التي تعرضت لها الشركات النفطية

العاملة في ليبيا من جانب الحكومة الليبية الجديدة التي استطاعت الوصول الى الحكم في انقلاب عسكري ضد حكم الملك ادريس السنوسي سنة ١٩٦٩ . ومع تغير القيادة في ليبيا بدأت مطالب الحكومة الليبية تأخذ صفة التهديد بتخفيض الانتاج في حالة عدم تجاوب الشركات . ونظرا لتركيز الحكومة الليبية في ضغوطها على شركة اوكسيدنتال المستقلة والصغيرة نسبيا فانها استطاعت اجبارها على الموافقة على زيادة السعر بعد ان أمرت بتخفيض الانتاج بمقدار كبير . ويمكن القول بأن قيام الحكومة الليبية بالضغط على الشركات الصغيرة في بادئ الأمر كان له الاثر الفعال في نجاح سياستها ، اما العوامل الاخرى التي ساعدت فقد كانت تتمثل بأهمية النفط الليبي وشدة الطلب عليه آنذاك لقربه من مناطق الاستهلاك في اوروبا الغربية بالاضافة الى توفر ظروف ايجابية اخرى مثل غلق قناة السويس سنة ١٩٦٧ وتفجير خطوط الانابيب التابلاين في مايو ١٩٦٩ .

وكانت أهمية نجاح ليبيا آنذاك تكمن في ابراز امكانية الضغط على الشركات النفطية لتعديل الأوضاع المالية للدول المنتجة خصوصا مع وجود ظروف ايجابية في السوق بعكس الأوضاع السائدة في الخمسينات واولئ الستينات . ونظرا لتخوف الشركات النفطية من احتمال فقدان السيطرة على الاسعار المعلنة في حالة قيام محادثات فردية مع الدول المنتجة فقد قررت الموافقة على اجراء محادثات رسمية مع اعضاء منظمة الأوبك كمجموعة واحدة لتحديد الزيادة في الاسعار المعلنة ، وقد اسفر ذلك عن اجتماع طهران سنة ١٩٧١ الذي تم خلاله وضع جدول لزيادة الأسعار المعلنة في السنوات اللاحقة . وتكمن أهمية اجتماع طهران في مساهمته في خلق مفهوم المشاركة بين الدول النفطية والشركات في تحديد اسعار النفط وذلك لأول مرة في تاريخ الصناعة النفطية .

وفي الفترة اللاحقة لاجتماع طهران حدثت عدة تطورات هامة خلال سنة ١٩٧٢ وبداية ١٩٧٣ ومن أهمها مفاوضات جنيف الاولى والثانية بشأن تعديل اسعار النفط لأخذ تأثير انخفاض سعر الدولار في الاعتبار وكذلك الاجتماعات المتعلقة بموضوع المشاركة في الصناعة النفطية ، حيث كانت الشركات النفطية

العامة في الدول المنتجة للنفط لا تزال مملوكة بالكامل للشركات النفطية الكبرى .
ويبين الشكل (١ - ١) ملكية الشركات النفطية في كل من ابوظبي والكويت
والسعودية والعراق وايران في سنة ١٩٧٢ .

شكل (١ - ١) : حصص الشركات النفطية الكبرى في الشركات الانتاجية
المشاركة في دول الشرق الأوسط ، ١٩٧٢ .

١٠٠٪	اخرى ٥٪	اخرى ٥٪	سوكال ٣٠٪	غلف ٥٠٪	الفرنسية ٣٣ ١/٣٪	اخرى ٥٪
٨٠	الفرنسية ٦٪	الفرنسية ٢٣٫٧٥٪				الفرنسية ٢٣٫٧٥٪
	سوكال ٧٪	٢٣٫٧٥٪				
	تسكاكو ٧٪					
	غلف ٧٪					
٦٠	موبيل ٧٪	موبيل ١١٫٨٧٥٪	تسكاكو ٣٠٪			موبيل ١١٫٨٧٥٪
	اكسون ٧٪	اكسون ١١٫٨٧٥٪			البريطانية ٦٦ ٢/٣٪	اكسون ١١٫٨٧٥٪
٤٠	شل ١٤٪	شل ٢٣٫٧٥٪		البريطانية ٥٠٪		شل ٢٣٫٧٥٪
	البريطانية ٤٠٪		موبيل ١٠٪			
٢٠		البريطانية ٢٣٫٧٥٪	اكسون ٣٠٪			البريطانية ٢٣٫٧٥٪
صفر						
اسم الشركة المشاركة	كونسورتيوم	نفط العراق	ارامكو	نفط الكويت	الشركة البحرية	نفط ابوظبي
الدولة	ايران	العراق	السعودية	الكويت	ابوظبي	

وخلال شهر اكتوبر ١٩٧٣ بدأت الدول المنتجة للنفط والاعضاء في الأوبك بمطالبة الشركات النفطية برفع الاسعار المعلنة بمقدار ٣ دولارات للبرميل لتصبح الاسعار المعلنة ٥ دولارات/برميل وذلك لتحقيق التعادل مع الاسعار المتحققة في السوق ولكن الشركات رفضت وتقدمت بالمقابل باقتراح لتعديل الاسعار بمقدار ٣٠ سنتا اميركيا فقط . وفي غضون ذلك اشتعلت حرب اكتوبر بين الدول العربية والكيان الصهيوني مما تسبب في قيام الدول العربية الاعضاء في الأوبك باعلان حظر نفطي على كل من الولايات المتحدة وهولندا والبرتغال لمساندتها الكلية للصهيانية كما اعلنت الدول العربية النفطية عن تخفيض انتاجها بمقدار ٢٠٪ تقريبا . قامت دول الأوبك في هذه الاثناء بالاتفاق على رفع الاسعار المعلنة من جانبها لتصبح ١٢٫٥ دولار/برميل . ونظرا لما سببه الحظر النفطي وتخفيض الانتاج من نقص في الامدادات النفطية فقد ارتفعت اسعار النفط في السوق الفورية بشدة . وقد شجع هذا الارتفاع الشديد في الاسعار دول الأوبك على تعديل الاسعار الرسمية مرة اخرى لتصل ١١٫٦٥ دولار/برميل في ديسمبر ١٩٧٣ ، انظر جدول (١ - ١) .

لا شك ان نجاح الاوبك في رفع الاسعار خلال سنة ١٩٧٣ كان نتاجا للتحويلات الهائلة التي مرت بها السوق النفطية منذ الخمسينات . فالزيادة الهائلة في استهلاك العالم (خصوصا الدول الرأسمالية) من الطاقة وبالاخص النفط تسبب في رفع أهمية النفط في اجمالي استهلاك الطاقة لتصل النسبة الى ٤٦٫٥٪ سنة ١٩٧٥ ، انظر جدول (١ - ٥) ، بالمقارنة مع ٢٨٫٨٪ سنة ١٩٥٠ . كما ان ازدياد عدد أعضاء الاوبك اسهم في تركيز مقدار كبير من الانتاج والصادرات العالمية داخل منظمة الاوبك حيث بلغت صادرات الاوبك حوالي ٨٧٪ من صادرات العالم سنة ١٩٧٤ بينما كان الانتاج داخل الاوبك يشكل ٥٢٪ من اجمالي انتاج العالم ، انظر جدول (١ - ٤) . وهذا الاعتماد الكبير على النفط من جانب الدول الصناعية الرأسمالية التي كان استهلاك النفط فيها يشكل حوالي ٧١٫٦٪ من اجمالي استهلاك العالم (٣٣٫٢ مليون برميل / اليوم بالمقارنة مع ٤٦٫٤ مليون برميل / اليوم

جدول (١ - ٥) : اجمالي استهلاك الطاقة والنفط للمجموعات الدولية،

١٩٥٠ - ١٩٨٥ .

(مليون برميل مكافئ نفط / يوم)

١٩٨٥	١٩٨٠	١٩٧٥	١٩٧٠	١٩٦٠	١٩٥٠	المجموعة
الدول الصناعية الرأسالية :						
٧٤٧	٧٦٣	٧٠٢	٦٥٥	٣٧٧	٢٦٧	اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)
٣١٩	٣٨٠	٣٦٩	٣٣٢	١٥٥	٨٣	اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)
٤٢٧	٤٩٨	٥٢٧	٥٠٧	٤١٠	٣١٠	حصة النفط الى اجمالي الطاقة (%)
الدول المخططة مركزيا :						
٥٢٠	٤٢٨	٣٥٥	٢٧٥	١٨٨	٧٨	اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)
١٣٣	١٢٧	١٠٥	٧٠	٢٩	١٢	اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)
٢٥٦	٢٩٧	٢٩٦	٢٥٤	١٥٤	١٥٤	حصة النفط الى اجمالي الطاقة (%)
الدول النامية :						
٢٢٢	١٨٢	١٤٢	١١٠	٦٠	٣١	اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)
١١٢	١١٠	٨٣	٦٣	٣٢	١٢	اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)
٥٠٥	٦٠٤	٥٨٥	٥٧٣	٥٣٣	٣٨٧	حصة النفط الى اجمالي الطاقة (%)
العالم :						
١٤٨٩	١٣٨٣	١١٩٩	١٠٣٩	٦٢٤	٣٧٥	اجمالي استهلاك الطاقة (م ب/ي)
٥٦٤	٦١٧	٥٥٧	٤٦٤	٢١٦	١٠٨	اجمالي استهلاك النفط (م ب/ي)
٣٧٩	٤٤٦	٤٦٥	٤٤٧	٣٤٦	٢٨٨	حصة النفط الى اجمالي الطاقة (%)

المصدر : Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy,

The Johns Hopkins University Press, Page 122.

- British Petroleum Company, BP Statistical Review of World Energy, 1986.

في العالم)، و٥٠٪ من اجمالي استهلاكها من الطاقة سنة ١٩٧٠ بالإضافة الى عدم مرونة الطلب في المدى القصير تسبب في خلق حالة من الرعب في هذه الدول وأجبرها على الدخول الى السوق الفورية لشراء احتياجاتها من النفط بأسعار

مرتفعة جدا . لقد شكل هذا الاتجاه السعودي في اسعار النفط الحافز لبعض اعضاء الأوبك للمطالبة بزيادات اخرى في الاسعار المعلنة . ومن نتائج ارتفاع اسعار النفط ان تضاعفت ايرادات الدول المنتجة من صادراتها النفطية لتصل الى ١١٨٦ بليون دولار خلال سنة ١٩٧٤ مقارنة مع ٣٦٥ بليون دولار سنة ١٩٧٣ ، انظر جدول (١ - ٦) .

ولم تشهد السنوات ١٩٧٤ - ١٩٧٨ اية تطورات سعرية هامة في السوق النفطية عدا بعض الزيادات الطفيفة في الاسعار للتعويض عن استمرار المد

جدول (١ - ٦) : تطور الايرادات النفطية لبعض دول الأوبك ،

١٩٦٥ - ١٩٨٥ .

(بليون دولار امريكي)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨٣	١٩٨٥
الجزائر	٠٤٩ر	١٥٢ر	٢٧ر	٨٦ر	٧٥ر	٦٥ر	٤٧ر	١٨ر
اندونيسيا	٠٢٧ر	٦١ر	٢١ر	٤٤ر	٨٧ر	٨٥ر	٤٨ر	٥٦ر
ايران	١١٤ر	٦٢ر	٩٠ر	٦٨ر	١٩ر	٢٩ر	٩٢ر	٨٨ر
العراق	٠٦٦ر	٨٣ر	٥١ر	٨٥ر	٢٩ر	١٤ر	٦٥ر	٤٦ر
الكويت	٠٧٥ر	٥٢ر	٣٩ر	٤٢ر	٧٧ر	٦٨ر	٩٥ر	٦٩ر
ليبيا	٠٠٨ر	٣٤٥ر	١٣ر	٣٠ر	٩١ر	٤٥ر	٣٩ر	٩٢ر
نيجيريا	٠١٩ر	٢٨٨ر	٥١ر	٩٣ر	٠٧ر	٩٣ر	٩٤ر	١٩ر
السعودية	١٠٧ر	٩٦ر	٤٨ر	٣٣ر	٨٦ر	١٧ر	٨٥ر	٥٠ر
الامارات	٠٠٨ر	٧٤ر	٣١ر	٦٦ر	٨٦ر	٣٩ر	٠٢ر	٤٩ر
فنزويلا	٢٢٨ر	٣٣ر	٥٥ر	٧٤ر	٦٣ر	٢٥ر	٨٤ر	٣٥ر
الأوبك	٧٩٢ر	٣٦٥ر	٥٨ر	٨٩ر	٩٧ر	٣٤ر	٤٨ر	١٣١ر

المصدر : OPEC, Annual Statistical Bulletin 1985, Page 6.

التضخمي وتدهور سعر الدولار. فقد ارتفع سعر نفط الاشارة (النفط العربي الخفيف ذو كثافة ٣٤ درجة API) ليصل الى ١٤٣٤ دولار/برميل مع بداية يناير ١٩٧٩ علما بأن هذه الزيادة في الاسعار تمثل المحصلة النهائية لمقدار كبير من المفاوضات داخل الاوبك بين المؤيدين والمعارضين لرفع الاسعار. فالسعودية كانت تعارض باستمرار رفع الاسعار وتهدد بزيادة انتاجها لمنع اية زيادة تفرضها الدول الاخرى. وهذه المعارضة من جانب المملكة ولدرجة اقل من دولة الامارات تسببت في خلافات هامة بين اعضاء المنظمة خصوصا سنة ١٩٧٦، ولكن هذه الخلافات كانت تحسم عادة بعد مفاوضات طويلة يصل فيها الأعضاء الى اتفاق موحد حول الاسعار والفروقات (Differentials) وهي الاضافات التي تمنح لمنتجي النفط ذات النوعية المرتفعة مقارنة مع نفط الاشارة والخصومات التي تصيب النفوط المنخفضة النوعية بالاضافة الى تعديلات السعر لتعكس الموقع الجغرافي المتميز.

ومن مميزات هذه المرحلة توسيع الدول الاعضاء لسيطرتها على مرحلة انتاج النفط من خلال اكمال سيطرتها على الشركات العاملة في اراضيها إما بالتأميم او بالمشاركة. ولقد أسهمت هذه التحولات في اتمام سيطرة حكومات الدول المنتجة على جميع القرارات المتعلقة بالصناعة النفطية ضمن حدودها الجغرافية. فعلى سبيل المثال قامت دولة الكويت بالاتفاق مع شركة نفط الكويت في يناير ١٩٧٤ بالحصول على نسبة ٦٠٪ من ملكية الشركة مع رفع هذه النسبة لتصل الى ١٠٠٪ خلال عشر سنوات. وهذه الاتفاقية التي تم تعديلها في وقت لاحق واصبحت الكويت تمتلك ١٠٠٪ من الشركات العاملة في أراضيها شكلت أساسا لعدد كبير من المفاوضات التي جرت بين الدول الاعضاء في الأوبك والشركات النفطية. ويبين جدول (١ - ٧) التطورات الهامة التي حدثت في حصص الشركات والحكومات المنتجة للنفط خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٨٠. من الواضح ان سنة ١٩٧٤ شهدت ارتفاعا مثيرا في حصة الحكومات في النفط المنتج على حساب الشركات الكبرى وغيرها لتصل الى ٥٩٫٥٪ بالمقارنة مع ٨٫٣٪ سنة

جدول (١ - ٧) : حصة الحكومات والشركات النفطية في انتاج الأوبك، ١٩٧٠ - ١٩٨٠ م.

السنة	اجمالي الانتاج (م ب/ي) ^(١)	حصة الحكومات (%)	حصة الشركات الكبرى ^(٢) (%)	حصة الشركات الأجنبية الأخرى (%)
١٩٧٠	٢٣ر٤	٢ر٣	٨١ر٨	٥١ر٩
١٩٧٢	٢٧ر١	٨ر٣	٨٠ر٠	١١ر٧
١٩٧٤	٣٠ر٧	٥٩ر٥	٣٣ر٣	٧ر٢
١٩٧٦	٣٠ر٧	٧٤ر٦	١٩ر٩	٥ر٥
١٩٧٨	٢٩ر٨	٧٥ر٥	١٨ر٨	٥ر٧
١٩٨٠	٢٦ر٩	٨٧ر٧	٧ر٣	٥ر٠

المصدر : - Abbas Al-Nasrawi, OPEC in a Changing World Economy, Page 168, The Johns Hopkins University Press, U.S.A., 1985.

ملاحظات : (١) م ب/ي تعني مليون برميل في اليوم .
(٢) الشركات الكبرى هي : اكسون، غلف، موبيل، شل، تكساكو، سوكال (شيفرون)، الفرنسية والبريطانية (برتش بتر وليوم).

١٩٧٢ . ولقد انخفضت في المقابل حصة الشركات الكبرى لتصل الى حوالي ٣٣ر٣٪ سنة ١٩٧٤ مقارنة مع ٨٠٪ سنة ١٩٧٢ .

وردا على التطورات العديدة في السوق والصناعة النفطية وتأثيراتها السلبية في اقتصاديات الدول الصناعية الرأسمالية فقد شهدت سنة ١٩٧٤ انشاء وكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency) التي شملت الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (Organization for Economic Cooperation and Development) ماعدا فرنسا وايسلندا وفنلندا . وكان الهدف من تلك المنظمة اقتراح استراتيجيات جماعية مناسبة للتعامل مع المشاكل الاقتصادية الناتجة من ارتفاع

اسعار النفط، خصوصا فيما يتعلق بتخفيض الاعتماد على النفط بشكل عام والمستورد بشكل خاص وكذلك لحل المشكلات المتعلقة بالعجز في موازين المدفوعات وكيفية جذب الفوائض المالية المتراكمة في الدول النفطية (البترو دولارات) لتسهم في تخفيف المشكلات التي واجهتها دول الوكالة. ومن اهداف منظمة الطاقة الدولية ايضا العمل على وضع خطة لبناء مخزون استراتيجي ولتقاسم امدادات النفط بين الدول الاعضاء في حالة حدوث نقص بسبب مشكلات سياسية او غيرها لمنع حدوث ارتفاعات كبيرة في الاسعار بسبب المنافسة كما حدث سنة ١٩٧٣. اما السياسات المتبعة في تقليل الطلب على النفط فقد اشتملت على عدة نقاط هي:

أ- تشجيع المحافظة على الطاقة من خلال رفع كفاءة الاستخدام في الاستعمالات المختلفة، والتوسع في استبدال النفط بمصادر طاقة متوافرة واجديدة كلما كان ذلك اقتصاديا.

ب- العمل على تشجيع الانتاج من مناطق نفطية جديدة تقع خارج تأثير الاوبك مثل الاسكا ومنطقة بحر الشمال والمكسيك.

ج- القيام بتمويل نشاطات التنقيب عن النفط في عدد كبير من الدول النامية مثل مصر وماليزيا والارجنتين والهند والصين من خلال البنك الدولي وصندوق النقد الدولي.

د- العمل على تخفيض الطلب على النفط من خلال اتباع سياسات مالية ونقدية انكماشية تهدف الى ابطاء معدلات النمو الاقتصادي.

هـ- استيراد النفط من الدول المنتجة خارج الاوبك كلما أمكن مع ابقاء الاوبك مصدرا متمما.

ولقد انخفض الطلب على النفط خلال الفترة ١٩٧٤ - ١٩٧٦ بسبب السياسات الانكماشية التي اتبعتها الدول الصناعية الغربية لتقليل استهلاك النفط في اقتصادياتها ولكن الانتعاش الاقتصادي في اليابان والولايات المتحدة ابتداء من نهاية ١٩٧٦ أدى الى تزايد الطلب على النفط تدريجيا. واستطاعت دول اوروبا

الغربية في المقابل ان تستمر في تقليل استهلاكها من النفط من خلال زيادة دور مصادر الطاقة الاخرى كما استطاعت تخفيض وارداتها من خلال التوسع في انتاج النفط من دول بحر الشمال (بريطانيا والنرويج) .

ومع نهاية سنة ١٩٧٨ بدأت بوادر الثورة الاسلامية في ايران مما تسبب في حالة من الترقب والحذر في السوق النفطية . ومع ازدياد حدة الثورة وقيام العاملين في الحقول النفطية بالتوقف عن العمل تلبية لنداء قائد الثورة آية الله الخميني تدهور الانتاج الايراني تدريجيا حتى توقف تماما خلال ديسمبر ١٩٧٨ . ونظرا لضخامة الانتاج الايراني الذي بلغ ٦ ملايين برميل / اليوم في اوائل ١٩٧٨ فان الدول النفطية الاخرى لم تستطع تعويض مجمل الانتاج المفقود مما تسبب في حدوث نقص شديد في العرض . كان هذا التوقف في الصادرات النفطية الايرانية سببا في سيادة حالة من القلق في السوق النفطية مما ادى الى تراحم المشتريين على شراء النفط من السوق الفورية (Spot Market) لضمان احتياجاتهم بالإضافة الى زيادة المخزون تحسبا للظروف المستقبلية . ومن نتائج هذه الفوضى في السوق الفورية ان ارتفعت الاسعار بشكل كبير لتصل الى حوالي ٣٥ دولارا / برميل . وبسبب حالة الفوضى في السوق والارتفاع المستمر في الاسعار تدخلت الدول النفطية الاعضاء لتعديل السعر الرسمي لنفط الاشارة بهدف اغلاق الفجوة بين السعر الفوري والرسمي . استمرت هذه التطورات السعرية خلال سنة ١٩٧٩ مع العلم ان الانتاج الايراني بدأ بالتدق خلال مارس ١٩٧٩ بمعدل ٣ ملايين برميل / اليوم . ومع نهاية سنة ١٩٧٩ (نوفمبر) بلغ سعر نفط الاشارة حوالي ٢٥٫٨ دولار / برميل بالمقارنة مع ١٤٫٣٤ دولار / برميل في يناير ١٩٧٩ . هذا واستمرت الزيادات في الاسعار خلال الربع الاول من سنة ١٩٨٠ ليصل سعر نفط الاشارة الى ٣٢ دولارا / برميل مع العلم ان المملكة العربية السعودية كانت تعمل جاهدة لمنع الزيادات في الاسعار من خلال رفع الانتاج السعودي الى حوالي ١٠٫٥ مليون برميل يوميا والبيع بأسعار متدنية مقارنة بالدول الاخرى .

ولم يلبث الهدوء في السوق إلا فترة قصيرة جدا بعد استقرار الاوضاع في ايران

حيث اشتعلت الحرب العراقية الايرانية في سبتمبر ١٩٨٠ . تسببت هذه الهزة الثانية في غضون فترة قصيرة جدا في ايجاد مرحلة جديدة من الفوضى في السوق النفطية . فقد تدهور الانتاج في الدولتين في المراحل الاولى من الحرب ولكن بسبب قيام المملكة العربية السعودية والدول النفطية الاخرى بزيادة انتاجها لتعويض الفاقد مع تراخي الطلب على النفط نتيجة الزيادات السعرية السابقة فان تأثير الحرب في الاسعار الرسمية كان بسيطا جدا بالمقارنة مع الفترة السابقة . حيث ارتفع سعر نفط الاشارة الى ٣٤ دولارا/برميل بعد اتفاق بين اعضاء المنظمة خلال يناير ١٩٨٢ . وفي غضون الفترة الممتدة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٢ قامت المملكة العربية السعودية بانتاج النفط عند مستويات مرتفعة بهدف اجبار الدول الاعضاء في الاوبك للوصول الى اتفاق يهدف الى منع ارتفاع الاسعار بشكل كبير . ومرة اخرى كان من نتائج ارتفاع الاسعار خلال هذه الفترة ان ارتفعت الايرادات النفطية لدول الاوبك لتصل الى ٢٠١ بليون دولار في سنة ١٩٧٩ و ٢٨٢ بليون دولار في سنة ١٩٨٠ بالمقارنة مع ١٣٤٫٩ بليون دولار في سنة ١٩٧٨ ، انظر جدول (١ - ٦) .

د - مشكلة الطاقة : النتائج وردود الفعل

يتضح من السرد التاريخي لظروف السوق النفطية ان مشكلة الطاقة خلال السبعينات لم تكن بسبب تغيرات في امدادات مصادر الطاقة المختلفة بل كانت اساسا ناتجا لتحول ملكية الموارد النفطية من الشركات الكبرى وغيرها الى الدول النفطية . وتسبب هذا التحول في حقوق ملكية الموارد النفطية في تعديل اسعار النفط خلال سنة ١٩٧٣ لتعكس الأوضاع السائدة في السوق والمتمثلة بالنمو الحاد في الطلب على النفط من دول الاوبك وانخفاض العرض من الدول الاخرى المنتجة للنفط خصوصا الولايات المتحدة . اما اسباب التطورات السعرية خلال الفترة ١٩٧٨ - ١٩٨٠ فقد كانت نابعة اساسا من المشكلات السياسية التي شهدتها بعض الدول النفطية مما تسبب في انخفاض الكميات المعروضة من جهة وقيام الدول المستهلكة في ظل هذه الظروف بزيادة مشترياتهما من النفط تحسبا

للمطوارئ من جهة أخرى، وهذه الظروف كما سبق وأن أشرنا كانت السبب الأساسي في الارتفاع المذهل في أسعار النفط. وقد كان من نتائج هذه التطورات السعرية ان حدثت تحولات مهمة في اقتصاديات الدول الصناعية والنامية، خصوصاً فيما يتعلق بسياسات الطاقة المتبعة. نستعرض فيما يلي نتائج ورود الفعل في الدول الصناعية الغربية لمشكلة الطاقة مع الإشارة الى اننا سوف نركز على هذه الدول نظراً لأهميتها الكبيرة في السوق النفطية حيث شكل استهلاكها من النفط سنة ١٩٧٥ حوالي ٦٦٪ من إجمالي استهلاك العالم في حين شكلت وارداتها النفطية حوالي ٨٠٪ من إجمالي التجارة النفطية العالمية.

تتمتاز اقتصاديات الدول الصناعية الغربية باعتمادها الشديد على النفط وخصوصاً المستورد، ويرجع السبب في اعتمادها الشديد على النفط الى عدة أسباب أهمها:

١- النمو الاقتصادي القوي والمستمر في هذه الدول منذ نهاية الحرب العالمية الثانية حتى بداية عقد السبعينات.

٢- الانخفاض المستمر في السعر الحقيقي للنفط طوال الفترة ذاتها.

٣- خواص النفط المثالية كمصدر للطاقة مقارنة مع المصادر الأخرى المتوفرة والمستخدمه آنذاك كالفحم.

أما الأسباب التي أدت الى زيادة الاعتماد على النفط المستورد فهي: عدم توفر امدادات نفطية محلية وانخفاض الانتاج في الولايات المتحدة في نهاية الستينات مع استمرار النمو في الطلب. هذه العوامل بالإضافة الى رغبة الشركات النفطية الكبرى خلال الخمسينات في تشجيع الطلب على النفط في العالم من خلال بيع زيت الوقود بأسعار متدنية جداً لكي يتسنى لها التوسع في انتاج النفط من الاحتياطيات الهائلة التي كانت تسيطر عليها أدت الى التحول الهائل في اقتصاديات الدول الغربية من اعتمادها شبه الكلي على الفحم الى النفط. وبالنسبة للولايات المتحدة التي كانت أهم الدول المنتجة والمستهلكة للنفط في العالم خلال الخمسينات فقد أدى النمو السريع في الطلب على النفط بسبب التوسع في استخدام وسائل المواصلات الشخصية من جهة وتراجع الانتاج المحلي

مع نهاية عقد الستينات من جهة اخرى الى دخولها السوق النفطية لشراء حاجاتها من النفط . ولما كان الاقتصاد الاميركي يتمتع بمعدل نمو اقتصادي مرتفع فقد ادت الزيادات المتتالية في الطلب على النفط الى رفع حصة الواردات النفطية الى اجمالي الاستهلاك من النفط الى حوالي ٣٠٪ في سنة ١٩٧٣ (بلغت الواردات حوالي ٥ ملايين برميل يوميا آنذاك) .

أما في الأجزاء الأخرى من العالم الغربي (اوروبا الغربية واليابان) فان الوضع كان مختلفا تماما ، حيث ان عدم امتلاك هذه الدول لأية موارد نفطية عملية أجبرها على الاعتماد على النفط المستورد منذ البداية . فالنمو الاقتصادي الذي شهدته هذه الدول بعد الحرب العالمية الثانية والتركيز الكبير على تنمية الصادرات من السلع في هذه المناطق أعطى الحافز لهذه الدول للتحويل نحو النفط كمصدر للطاقة لتوفره بتكاليف زهيدة مقارنة بالفحم المنتج محليا . كان هذا الحافز الاقتصادي السبب الرئيسي في التحويل نحو النفط واممال الفحم لفترة طويلة من الزمن . ومع حلول ١٩٧٣ كانت كل من اوروبا الغربية واليابان تعتمد على النفط لسد ٦٠٪ و ٧٠٪ من اجمالي احتياجاتها من الطاقة على التوالي بالمقارنة مع ٣١٪ و ٣٦٪ في سنة ١٩٦٠ وتقريبا لا شيء في سنة ١٩٥٠ .

لذلك فان التطورات السعيرية سنة ١٩٧٣ كانت بمثابة زلزال لهذه الاقتصاديات المبنية على النفط الرخيص المستورد من الشرق الاوسط وشمال افريقيا . فقد ارتفعت تكاليف واردات الدول الغربية من الوقود الى حوالي ١٣٢ بليون دولار سنة ١٩٧٥ بالمقارنة مع ٢٣٫٧ بليون دولار سنة ١٩٧٠ ، انظر جدول (١ - ٨) .

تسببت هذه الزيادة الكبيرة في تكاليف الطاقة في تحمل الدول الغربية لعجز كبير في موازين مدفوعاتها وتعرض اقتصادياتها لموجة قوية من التضخم والركود في آن واحد . وللحد من التأثيرات السلبية التي نتجت عن مشكلة الطاقة فقد قامت الدول الصناعية الغربية باتباع سياسات مختلفة بهدف تخفيض اعتمادها الكبير على النفط كما سبق وان أشرنا في الجزء السابق . أما سياسات الطاقة فانها كانت تركز على الآتي :

- أ- توفير الحوافز المالية لتشجيع الاقتصاد في استعمال الطاقة في مختلف القطاعات .
- ب- العمل على التوسع في استخدام مصادر الطاقة الأخرى وخصوصا المتوافرة محليا كالفحم والغاز الطبيعي .
- ج- تشجيع التحول نحو استغلال الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء .
- د- رصد الميزانيات اللازمة لأبحاث مصادر الطاقة الجديدة مثل الطاقة الشمسية والطاقة النووية الاندماجية وتكنولوجيا استخلاص النفط من صخور السجيل وغيرها .

جدول (١ - ٨) : واردات الدول الصناعية الرأسمالية من الوقود،

١٩٧٠ - ١٩٨٤

(بليون دولار امريكي)

الدولة	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤
امريكا الشمالية	٣٨٢	٣٠٤٩	٦٨٥٦	٨٩٣٥	٩٢٢١	٧٢٩٠	٦٤١٧
- الولايات المتحدة	٣٠٧	٢٦٤٠	٦٣٦٧	٨٢٢٠	٨٤٢٦	٦٧٤٢	٦٠٠٠
- كندا	٧٥	٤٠٩	٤٨٨	٧١٤	٧٩٥	٥٤٧	٤١٧
اوروپا الغربية	١٥٤١	٧٣١٤	١٤١٨٦	٢٠٢٥٢	١٩٨٥٢	١٨١٩٢	١٥٩١٣
- فرنسا	٢٢٩	١٢٢٦	٢٢٩٥	٣٥٧٣	٣٤٦٧	٣٠٨٣	٢٥٧٥
- ألمانيا الغربية	٢٦٣	١٣١٠	٣٠٩٦	٤١٩٠	٣٩٨٠	٣٦٤٣	٣٢٤٠
- إيطاليا	٢١٠	١٠٢٦	١٨٣٥	٢٧٣٤	٣٠٧٤	٢٧١٥	٢٤٥٤
- هولندا	١٤٦	٦١٤	١٣٣٦	١٨٢٥	١٧٢٦	١٥٩٩	١٥١٣
- بريطانيا	٢٢٧	٩٥٣	١٢١٧	١٥٩١	١٤٢٨	١٢٨٧	١٠٦٦
اليابان	٣٩١	٢٥٦٥	٤٥٢٩	٦٩٩٩	٧٢٥٦	٦٥٦٢	٥٨٩٢
الاجمالي ^(١)	٢٣٧١	١٣٢٣٠	٢٦١٤١	٣٧٠٧٥	٣٧٢٧٥	٣٢٨٧٤	٢٨٩٧٥
	٢٩٧٣٥						

المصدر: United Nations, Statistical YearBook: 1983/84, Page 933.

ملاحظة: (١) الاجمالي يشمل جميع المناطق الأخرى في العالم الغربي الصناعي بالإضافة الى استراليا ونيوزيلندا وجنوب افريقيا والأرض المحتلة (فلسطين) .

ولكن هذه الخطوات كما سبق وان أشرنا لم تحظ بقدر كبير من النجاح خلال الفترة ١٩٧٤ - ١٩٨٠ لكونها طويلة المدى، ومع ذلك استطاعت دول اوروبا الغربية تخفيض استهلاكها من النفط مع نجاح محدود في تقليل دور النفط في اجمالي استهلاك الطاقة. وعموما استطاعت الدول الغربية ان تتأقلم مع الاوضاع الجديدة في السوق النفطية التي نجمت عن الصدمة الاولى في ١٩٧٣ - ١٩٧٤. فقد تخلصت من العجز في موازين مدفوعاتها وبدأت اقتصادياتها بالنمو مرة اخرى خلال الفترة ١٩٧٥ - ١٩٧٨، ويرجع السبب في قدرتها على التصدي للظروف الجديدة الى تمتع اقتصاديات هذه الدول بالنمو المستمر لفترة زمنية طويلة. وفيما يتعلق بتأثيرات التطورات السعريّة الناتجة عن الثورة الاسلامية والحرب العراقية الايرانية او ما يدعى بالصدمة النفطية الثانية، فان الدول الغربية لم تكن في وضع جيد يمكنها من الوقوف امام تلك المشكلات الاقتصادية التي واجهتها. فارتفاع تكاليف وارداتها من الوقود بمقدار ١٥٠٪ خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٠ سبب متاعب كبيرة لهذه الدول ابتداء من ارتفاع معدلات البطالة بشكل كبير الى التضخم واخيرا انخفاض الناتج القومي الاجمالي في عدد كبير من هذه الدول. ولقد أعادت هذه التحولات الحياة لعدد كبير من الخطوات التي وضعت قيد التنفيذ سنة ١٩٧٤ لمواجهة الصدمة النفطية الاولى والتي كانت قد أهملت في الفترات اللاحقة.

هـ - انحسار مشكلة الطاقة : الفترة من ١٩٨٠ الى ١٩٨٦

بسبب التطورات السعريّة خلال السبعينات شهد الاستهلاك العالمي من النفط انخفاضا شديدا مع بداية الثمانينات ليصل الى ٤٥ مليون برميل يوميا مقارنة مع ٦٠ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٩. وفي المقابل ازدادت الطاقة الانتاجية خارج الاوبك لتصل الى ٣٤٧ مليون برميل يوميا سنة ١٩٨٢ مقارنة مع ٢٥٤ مليون برميل سنة ١٩٧٤، انظر جدول (١ - ٤)، أي بزيادة ٩٣ مليون برميل يوميا. ونتيجة لذلك فان الطلب على نفط الاوبك تراجع بشكل خطير ليصل الانتاج

الى حدود ١٩٩١ مليون برميل يوميا بعد ان كان ٣٠٧ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٤ . ونظرا لاستمرار ضعف الطلب على نفط الاوبك ووجود طاقة انتاجية غير مستغلة داخل الاوبك تقدر بحوالي عشرة ملايين برميل قام الاعضاء بتخفيض السعر الرسمي لنفط الاشارة خلال مارس ١٩٨٣ ليصبح ٢٩ دولارا للبرميل بدلا من ٣٤ دولارا للبرميل . كما تم تحديد سقف الانتاج (Production Ceiling) عند ١٧٥ مليون برميل /يوم ، انظر جدول (١ - ٩) . ولكن نظرا لعدم مرونة الطلب على النفط في المدى القصير واستمرار الركود الاقتصادي في الدول الصناعية الغربية لم يؤد تخفيض السعر الى انتعاش الطلب على النفط .

ولقد شهد شهر سبتمبر ١٩٨٤ تعرض دول الاوبك لعدة ضغوط لتخفيض اسعار النفط وذلك بسبب قيام النرويج وبريطانيا بتخفيض اسعار نفوطها بحوالي دولار الى دولار ونصف للبرميل . وتسببت هذه الخططوات في تدهور مبيعات نيجيريا مما أجبرها على تخفيض سعر نفطها لتحافظ على حصتها في السوق . ولكن الاوبك سارعت للمحافظة على هيكل الاسعار من خلال الاتفاق على تحديد سقف الانتاج عند ١٦ مليون برميل يوميا مقارنة مع السقف المتفق عليه سابقا والذي كان يبلغ ١٧٥ مليون برميل يوميا ، انظر جدول (١ - ٩) .

هذا مع العلم ان الاستهلاك العالمي من النفط بقي مستقرا عند مستوى ٤٥ مليون برميل يوميا الا ان الزيادات المستمرة في الانتاج خارج دول الاوبك اسهمت في استمرار تراخي الطلب على نفط الدول الاعضاء . ولما كانت السعودية تعمل كمنتج متمم داخل الاوبك فانها اضطرت لتبني سياسة انتاجية انكماشية لموازنة الطلب مع العرض . ولقد جعلت هذه السياسة انتاج السعودية من النفط يصل الى ٢٥ مليون برميل يوميا خلال اغسطس ١٩٨٥ . ولقد تسبب هذا التدهور في الانتاج السعودي وبقدر أقل في الدول الخليجية الاخرى بسبب عدم تعاون الدول النفطية غير الاعضاء واستمرار بعض الدول الاعضاء بالانتاج عند مستويات اعلى من حدود الانتاج المصرح بها في انخفاض الايرادات النفطية لهذه الدول بشكل كبير وادى الى تعطل عدد كبير من المشاريع بالاضافة الى حدوث

جدول (١ - ٩) : حصص الانتاج المتفق عليها في الأوبك .
(الف برميل / يوم)

الانتاج الفعلي ١٩٨٥ (Actual Production)	حصص الانتاج (Production Quotas)		الدولة
	اكتوبر ١٩٨٤	مارس ١٩٨٣	
٦٧٢	٦٦٣	٧٢٥	الجزائر
٢٨١	١٨٣	٢٠٠	الاكوادور
١٧٢	١٣٧	١٥٠	غابون
١١٧٨	١١٨٩	١٣٠٠	اندونيسيا
٢١٩٢	٢٣٠٠	٢٤٠٠	ايران
١٤٠٤	١٢٠٠	١٢٠٠	العراق
٩٣٦	٩٠٠	١٠٥٠	الكويت ^(١)
١٠٢٤	٩٩٠	١١٠٠	ليبيا
١٤٩١	١٣٠٠	١٣٠٠	نيجيريا
٢٩٠	٢٨٠	٣٠٠	قطر
٣١٧٥	٤٣٥٣	٥٠٠٠	السعودية ^(١)
١٠٥٧	٩٥٠	١١٠٠	الامارات
١٦٨١	١٥٥٥	١٦٧٥	فنزويلا
١٥٥٥٤	١٦٠٠٠	١٧٥٠٠	المجموع

المصدر: OPEC, Annual Statistical Bulletin, 1985.

- Petroleum Economist, December 1984.

- Oil and Gas Journal, November 5, 1984.

ملاحظة: (١) تشمل نصف الانتاج من المنطقة المحايدة.

عجز في ميزانياتها .

وفي نهاية سنة ١٩٨٥ بدأت الدول الاعضاء بمحاولة جادة لاقناع الدول غير الاعضاء بالتعاون والاسهام في المحافظة على استقرار الاسعار من خلال تخفيض معدلات انتاجها بنسب معينة لكي تستطيع الاوبك المحافظة على حصتها في

السوق وبالتالي المحافظة على هيكل الاسعار. ولكن فشل هذه المحاولات بسبب رفض النرويج وبريطانيا التعاون مع دول الاوبك أغضب الدول الخليجية التي كانت تتحمل الجزء الاكبر من العبء. لذلك فان السوق النفطية شهدت تغيرا جذريا في موقف المملكة العربية السعودية خلال نوفمبر ١٩٨٥، فقد قامت بزيادة مبيعاتها النفطية لتصل الى ٤٥ مليون برميل يوميا عن طريق تطبيق نمط التسعير الارجاعي (Net - Back Pricing) على حوالي ٢٥ مليون برميل من انتاجها اليومي. وفي غضون ذلك أعلنت الحكومة السعودية رفضها القيام بدور المنتج المتمم (Swing Producer) واصرارها على انتاج الكمية المتاحة لها تحت سقف الانتاج المتفق عليه وهو ٤٥ مليون برميل يوميا، كذلك حثت المملكة العربية السعودية اعضاء المنظمة على اتباع سياسة جديدة تعتمد على المحافظة على حصة المنظمة في السوق بدلا من الحفاظ على هيكل الاسعار.

أدت هذه التغيرات المفاجئة في السياسة الانتاجية للسعودية وزيادة الانتاج النفطي الى تدهور اسعار النفط بحدة في السوق الفورية. فقد بلغت الاسعار خلال يوليو ١٩٨٦ مستويات متدنية جدا (١٠ - ١٤ دولارا للبرميل) لم يسبق لها مثيل منذ سنة ١٩٧٣. واستمر هذا الوضع حتى اجتماع المنظمة في اغسطس ١٩٨٦ عندما استطاعت دول الاوبك ان تتفق فيما بينها على تحديد سقف الانتاج عند المستوى المتفق عليه خلال سنة ١٩٨٣ (حوالي ١٧٥ مليون برميل يوميا) وعندئذ ارتفع سعر النفط الى حوالي ١٤٥ دولارا للبرميل في السوق الفورية في حين اعلنت الدول الاعضاء عن تبني سعر جديد لنفط الاشارة يعادل ١٨ دولارا للبرميل.

وأخيرا يمكن القول بأنه خلال الفترة ابتداء من سنة ١٩٨١ ونتيجة لتنامي الفائض في السوق النفطية وبدء تراجع الاسعار تدريجيا أخذت أهمية مشكلة الطاقة بالانحسار. فقد استبدلت حالة الاحساس بعدم الثقة بتوفر الامدادات النفطية الى الثقة الزائدة باستمرار الفائض النفطي لفترة طويلة من الزمن في المستقبل. هذا التحول في أوضاع السوق من عجز في الامدادات النفطية وارتفاع

مستمر في الأسعار الى تنامي الفائض وانخفاض في الأسعار قد أجبر العديد من الدول على مراجعة خططها بشأن المشروعات المقترحة لإنتاج بدائل للنفط . كذلك فان هذه التطورات قد اسهمت في ابطاء عملية التحول من النفط الى مصادر الطاقة الاخرى المتوافرة كالغاز الطبيعي والفحم والطاقة النووية .

ملحق (أ) : توضيح كيفية حساب ايراد البرميل للدول المنتجة للنفط قبل وبعد قرار تنفيذ الريع

قبل قرار تنفيذ الريع كانت مدفوعات الريع (التي تحسب على اساس ١٢.٥٪ السعر المعلن) تمتص نهائيا في المدفوعات الضريبية . اي ان ايراد الدول المنتجة للنفط في الشرق الاوسط من البرميل الواحد كان يتحدد على أساس المدفوعات الضريبية التي تعادل ٥٠٪ من السعر المعلن بعد خصم تكاليف الانتاج .
أما بعد قرار تنفيذ الريع فقد أصبحت مدفوعات الريع تعامل على انها نفقة وبالتالي اصبحت مستقلة عن المدفوعات الضريبية . وبذلك أصبح ايراد البرميل يعادل مجموع مدفوعات الريع والمدفوعات الضريبية . ويوضح المثال التالي كيفية حساب ايراد البرميل للدول المنتجة قبل وبعد قرار تنفيذ الريع .

مثال : قبل تنفيذ الريع :

السعر المعلن =	١٨٠ دولار/برميل
تكلفة الانتاج =	٢٠ دولار/برميل
الايراد الصافي من البرميل =	١٨٠ - ٢٠ = ١٦٠ دولار/برميل
المدفوعات الضريبية =	٥٠٪ (١٦٠) = ٨٠ دولار/برميل
مدفوعات الريع =	١٢.٥٪ (١٨٠) = ٢٢.٥ دولار/برميل
ايراد الدول المنتجة =	٨٠ دولار للبرميل .
بعد تنفيذ الريع :	

مدفوعات الريع =	١٢.٥٪ (١٨٠) = ٢٢.٥ دولار/برميل
الايراد الصافي =	١٨٠ - ٢٠ - ٢٢.٥ = ١٣٧.٥ دولار/برميل
المدفوعات الضريبية =	٥٠٪ (١٣٧.٥) = ٦٨.٧٥ دولار/برميل
ايراد الدول المنتجة =	١٣٧.٥ + ٢٢.٥ = ١٦٠ دولار/برميل

مراجع الفصل الأول

- Mohammed E. Ahrari , OPEC : The Failing Giant, The University Press of Kentucky, U.S.A., 1986.
- Abbas Al-Nasrawi , OPEC in a Changing World Economy, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A., 1985.
- M.A. Adelman, The World Petroleum Market, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A., 1972.
- Zuhayr Mikdashi, The Community of Oil Exporting Countries, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1972.
- Ali D. Johany, The Myth of the OPEC Cartel : The Role of Saudi Arabia, John Wiley & Sons, New York, 1980.
- Fuad Rouhani, A History of OPEC, Praeger Publishers, New York, 1971.
- Ian Seymour, OPEC: Instrument of Change, Macmillan & Co., London, 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.

- ايان سيمور ، الاوبك : اداة تغيير، ترجمة د. عبدالوهاب الامين ، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت ١٩٨٣ .
- اليساندرورونكاليا ، سوق النفط الدولية ، ترجمة د. عباس المجرن ، دار الوطن للصحافة والطباعة والنشر ، الكويت ١٩٨٧ .
- نواف نايف اسماعيل ، تحديد اسعار النفط العربي الخام في السوق العالمية ، دار الرشيد للنشر ، العراق ١٩٨١ .
- فاضل الجلبي ، التطورات الاساسية لهيكل صناعة النفط العالمية ، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية ، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت ١٩٧٩ .
- حسين عبدالله ، اقتصاديات البترول ، دار النهضة العربية ، القاهرة ١٩٨٦ .

الفصل الثاني

لمحة عن الطاقة

(A Preview of Energy)

أ- تمهيد .

ب- ماهية الطاقة :

(ب - ١) تعريف الطاقة وأصنافها في الطبيعة .

(ب - ٢) قوانين الطاقة .

(ب - ٣) مقارنة اصناف الطاقة .

(ب - ٤) مراتب الطاقة .

(ب - ٥) مفهوم معامل التحويل .

ج- البعد الزمني للقرارات المتعلقة بالطاقة :

(ج - ١) البعد الزمني الاقتصادي .

(ج - ٢) البعد الزمني التكنولوجي .

(ج - ٣) البعد الزمني البيئي .

د- تطور استهلاك مصادر الطاقة .

هـ- استهلاك العالم من الطاقة الأولية .

و- انتاج العالم من الطاقة الأولية .

- المراجع .

أ - تمهيد

منذ بدء الحياة على وجه الأرض كان الانسان بحاجة الى الطاقة للقيام بأعباء حياته اليومية . كان المصدر الاساسي للطاقة في ذلك الحين هو الغذاء الذي يتناوله الفرد . وقد استمرت هذه الحالة لفترة طويلة من تاريخ الانسانية حتى تم اكتشاف النار . اسهم هذا الاكتشاف في تطوير حياة الانسان البدائي من خلال توفير مصدر جديد للطاقة . حيث تم استخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من النار في طهي الطعام مما أدى الى زيادة انواع الأطعمة المتوافرة بالإضافة الى مساعدته في تصنيع بعض الادوات البدائية التي استخدمها في أداء اعماله . هذا وقد استمر استخدام الطاقة الحرارية المنبعثة من حرق الأخشاب لفترة طويلة من الزمن حتى بعد اكتشاف الفحم وبدء استخدامه في اوربوا في القرن الثاني عشر . وهناك في الوقت الحالي عدد كبير من الدول التي ما تزال تعتمد على الأخشاب في استيفاء جزء من متطلباتها من الطاقة خصوصا في آسيا وافريقيا واميركا الجنوبية . أما مصادر الطاقة الأخرى التي عرفها الانسان خلال القرون الماضية فهي الطاقة المائية والهوائية التي استغلت في إدارة الطواحين ولكن نظرا لمحدوديتها وموسميتها فان استخداماتها لم تنتشر إلا بشكل محدود . وفيما يختص بالاختراعات التي أسرعت في معدلات استهلاك الطاقة فنذكر منها الآلات البخارية التي اخترعها توماس سافري وجيمس وات في القرن الثامن عشر وآلات الاحتراق الداخلي التي اخترعها نيكولاس اوتو في القرن التاسع عشر . تسببت هذه الاختراعات في تغيرات هامة في أنماط الحياة في الدول الأوروبية واسهمت في بدء الثورة الصناعية في تلك المناطق واستمرارها .

عموما ، يحتاج الانسان في حياته العادية الى حوالي ٨ آلاف وحدة حرارية بريطانية (British Thermal Unit) يوميا من الطاقة المخترنة في الغذاء مع كمية اكبر للأفراد الذين يمارسون الاعمال الشاقة . ولكن استهلاك الفرد من الطاقة في العالم حاليا يتفاوت بشدة من منطقة الى أخرى ومن دولة الى أخرى تبعا للظروف

الاقتصادية والتكنولوجية التي مرت بها خلال تاريخها الحديث . فعلى سبيل المثال يصل استهلاك الفرد من الطاقة في الولايات المتحدة حوالي مليون وحدة حرارية بريطانية في حين يصل استهلاك الفرد في بعض الدول النامية كالهند حوالي ١٣ الف وحدة حرارية بريطانية . وتدل مراجعة التاريخ ان هذا التفاوت في معدلات استهلاك الطاقة كان بسبب الثورة الصناعية في الدول الغربية في القرون السابقة مما تسبب في اختلاف معدلات الاستهلاك من الطاقة للفرد بين دول العالم . ونتيجة لهذه الاختلافات في الاستهلاك نجد ان الولايات المتحدة تستهلك في الوقت الحاضر حوالي ٣٠٪ من اجمالي استهلاك العالم من الطاقة مع العلم ان عدد سكانها لا يتعدى ٥٪ من اجمالي سكان العالم ، وبالمقارنة تستهلك الصين والهند معا ما نسبته حوالي ١٠٪ من اجمالي استهلاك العالم من الطاقة التجارية مع العلم ان مجموع سكانها يعادل ٣٩٪ من اجمالي سكان العالم .

وبالاضافة الى عدم تناسب معدلات استهلاك الطاقة في مختلف انحاء العالم هناك مشكلة اخرى وهي عدم تناسب التوزيع الجغرافي لمصادر الطاقة المختلفة . حيث تمتلك بعض المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة كميات هائلة من مصادر الطاقة في حين تفتقر مناطق اخرى كثيفة السكان الى هذه المصادر الحيوية . وبالطبع يمكن القول هنا أن هذا الوضع هو نتيجة لميل السكان للتحرك تبعاً للظروف المناخية السائدة وخصوبة الارض تاريخياً في حين يعود توزيع مصادر الطاقة في العالم في معظمه الى محض الصدفة . وسنستعرض في الفصل الثالث مصادر الطاقة وتوزيعها الجغرافي بالتفصيل ، بينما يتطرق هذا الفصل الى مفهوم الطاقة وابعادها اولاً ومن ثم نتبع تطور الاستهلاك العالمي من الطاقة بأصنافها بالاضافة الى نبذة مختصرة عن مصادر الطاقة وتطور استخدامها تاريخياً .

ب - ماهية الطاقة

نبدأ هذا الجزء بتعريف الطاقة والتعرف على اصنافها ومن ثم نتطرق الى القوانين الطبيعية التي تحكم سلوك الطاقة وبالتالي تحدد مراتبها واخيرا نلقي الضوء على مفهوم معامل التحويل وأهميته .

(ب - ١) تعريف الطاقة وأصنافها في الطبيعة :

ليست الطاقة سلعة مادية بل هي مفهوم مجرد يستخدم لتفسير عدد كبير من الظواهر في الطبيعة ، ولكن الطاقة كمية تتبع قوانين طبيعية (Natural Laws) في مجال الديناميكا الحرارية (Thermodynamics) . وتعرف الطاقة بشكل عام بأنها مقدرة نظام ما على انتاج فاعلية أو نشاط خارجي . وغني عن الذكر ان هذا التعريف شامل لجميع أصناف الطاقة الموجودة في الطبيعة . اما أصناف الطاقة فهي عديدة ، نذكر منها الآتي :

١ - الطاقة الحرارية (Thermal Energy) المنبعثة من الشمس .

٢ - الطاقة الميكانيكية (Mechanical Energy) المخزنة في الرياح

(طاقة حركية Kinetic Energy) والمياه خلف السدود (طاقة كامنة

Potential Energy) .

٣ - الطاقة الكيميائية (Chemical Energy) المخزنة في بعض المواد كالأغذاء

والنفط .

٤ - الطاقة الفيزيائية (Physical Energy) المخزنة في ذرات المعادن .

٥ - الطاقة الكهربائية (Electrical Energy) .

وعادة ما يتم تصنيف هذه الأنواع المختلفة من الطاقة الى صنفين أساسيين

حسب وجودها في الطبيعة .

الصنف الأول: طاقة أولية (Primary Energy) - وهي الطاقة الموجودة بشكل طبيعي

مثل الطاقة الضوئية والحرارية المنبعثة من الشمس والطاقة الميكانيكية من عملية

المد والجزر والطاقة الكيميائية المخزنة في جزيئات الوقود الأحفوري كالنفط والغاز

الطبيعي والفحم وأخيرا نذكر الطاقة الفيزيائية الكامنة في ذرات المعادن .

الصنف الثاني : طاقة ثانوية (Secondary Energy) - هذا الصنف من الطاقة لا يوجد في الطبيعة تلقائيا بل مصدره الطاقات الاولى التي سبق ذكرها . فمثلا الطاقة الكهربائية الناتجة من استغلال الطاقة الشمسية (الضوئية او الحرارية) تعتبر طاقة ثانوية . كما ان الطاقة الحرارية الناتجة من حرق الانواع المختلفة من الوقود الاحفوري تعتبر طاقة ثانوية ناتجة من الطاقة الاولى المخترنة في هذه المصادر على شكل طاقة كيميائية .

ومن الجدير بالذكر ان هناك عدة طرق لتصنيف انواع الطاقة المختلفة بالاضافة الى اولية وثانوية ، حيث يمكن استخدام تصنيف آخر حسب طبيعة الطاقة ككونها طاقة حركية او كامنة حيث تمثل الاولى الطاقة الميكانيكية في الرياح والثانية الطاقة الفيزيائية في ذرات المعادن . وهناك كذلك تصنيف آخر على اساس طبيعة المصدر ككونها ناضبة (Exhaustible) او متجددة (Renewable) . ونستخدم في الفصل الثالث التصنيف الأخير عند الحديث عن مصادر الطاقة . وأخيرا يمكن تقسيم انواع الطاقة تبعا لمدى انتشار استخداماتها التجارية . وهنا نقسم أصناف الطاقة الى تجارية وتقليدية ومستقبلية . ويشمل الصنف الاول الانواع المستخدمة في العالم بشكل تجاري في الوقت الحالي ، في حين تشير الطاقة التقليدية الى تلك الاصناف التي تعتمد عليها القطاعات المتخلفة من الدول النامية . وأخيرا تشير المصادر المستقبلية الى الاصناف التي يجري العمل على تطويرها للاستخدامات المستقبلية بعد ثبات جدواها التكنولوجية والاقتصادية .

(ب - ٢) قوانين الطاقة :

سبق أن أشرنا الى ان الطاقة تتبع قوانين طبيعية . وتنبع هذه القوانين من الملاحظات والتجارب . وهناك قانونان رئيسيان في مجال الديناميكا الحرارية هما :

القانون الأول (The First Law of Thermodynamics) - الطاقة لا تفنى ولا تخلق من العدم . ويقصد من هذا القانون ان مجموع الطاقة المتوفرة في نظام معين مغلق ثابتة وان ما يحدث عند استخدام الطاقة هو تحويلها من صنف الى اخر . ويؤكد هذا القانون على تكافؤ الاصناف المختلفة من الطاقة وامكانية التحويل من صنف

الى اخر. فالطاقة الكيماوية المختزنة في مقدار معين من الفحم يمكن تحويلها الى طاقة حرارية او ميكانيكية او كهربائية مع بقاء الناتج النهائي من اصناف الطاقة المنتجة مساويا لمقدار الطاقة الاولية.

القانون الثاني (The Second Law of Thermodynamics) - تختلف اصناف الطاقة من حيث امكانية تحويلها من صنف الى آخر. أي ان كل عملية تحويل للطاقة تؤدي الى انخفاض في مقدار الطاقة المفيدة المتوافرة للاستخدامات المستقبلية. ويشدد هذا القانون على وجود اتجاه معين في معظم عمليات التحويل مما يعني ان الاصناف المختلفة من الطاقة تختلف فيما بينها من حيث قدرتها على التحول في اتجاه معين. فعلى سبيل المثال، من السهل تحويل مقدار معين من الطاقة الميكانيكية الى طاقة حرارية ولكن العكس يتطلب مقادير اضافية من الطاقة. أي انه لا يمكن استخدام كمية الطاقة الحرارية المنبعثة من الطاقة الميكانيكية في انتاج كمية مساوية للكمية الاولية من الطاقة الميكانيكية المبذولة مع العلم ان مقدار الطاقة في كلتا الحالتين متساو طبقا للقانون الاول.

(ب - ٣) مقارنة اصناف الطاقة :

نظرا لوجود أنواع مختلفة من الطاقة في الطبيعة فان هناك وحدات قياس لكل نوع. فمثلا هناك وحدة الارغ (Erg) أو الجول (Joule) لقياس الطاقة الميكانيكية. والارغ يساوي قوة سقوط جرام واحد من الماء المقطر من ارتفاع سنتيمتر واحد في حين يعادل الجول ٧١٠ ارغ. وهناك ايضا وحدات لقياس الطاقة الحرارية مثل الكالوري Calorie (وحده قياس فرنسية) وهي تعادل مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء المقطر درجة مئوية واحدة تحت الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. وهناك ايضا وحدة قياس الطاقة الحرارية البريطانية وتسمى وحدة حرارية بريطانية أو: ب. ت. يو (BTU) وتعادل هذه الوحدة مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل انجليزي من الماء المقطر درجة فهرنهايتية واحدة تحت الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر. من الواضح ان وحدة ب. ت. يو تعادل ٢٥٠ وحدة كالوري تقريبا. اما الطاقة الكهربائية فتقاس بوحدات

واط / ساعة او كيلو واط / ساعة (KWH) وهي تعادل الف واط - ساعة .

ولما كان القانون الأول يؤكد على تكافؤ الاصناف المختلفة من الطاقة فان ذلك يعني انه من الممكن تحويل وحدات قياس أي مصدر الى اخر من خلال مقارنة وحساب الكمية المكافئة من الطاقة . على هذا الاساس استطاع العلماء تقدير العلاقات المختلفة الموجودة بين وحدات قياس اصناف الطاقة المختلفة وهي موضحة في جدول (٢ - ١) لبعض هذه الوحدات . ويحتوي الفصل الثالث على جداول اضافية للتحويل بين اصناف الطاقة المختلفة بالاضافة الى تحويل وحدات الحجم والوزن .

جدول (٢ - ١) : تكافؤ وحدات الطاقة. (١)

الوحدات (٢)	ب ت يو	كيلوكالوري	قدم - رطل	كيلووات - ساعة	مليون جول
ب ت يو	١	٠.٢٥	٧٨٠	٠.٠٠٢٩	١٠.٥×١٠^{-٣}
كيلوكالوري	٤	١	٣١٠٠	٠.٠٠١٢	٤١٨×١٠^{-٣}
قدم - رطل (٣)	٠.٠٠١٣	٠.٠٠٠٣٢	١	٣٣٨×١٠^{-٣}	١.٣٥×١٠^{-٦}
كيلووات - ساعة	٣٤٠٠	٨٦٠	٢.٧×١٠^٦	١	٢.٦٥
مليون جول (٤)	٩٤٨	٢٣٩	٧.٤×١٠^٩	٠.٣٧	١

المصدر: Energy, Economics, and The Environment, R. Mills and A. Toke,

Page 48, Prentice - Hall Inc., 1985.

- ملاحظات (١) يقرأ الجدول كالآتي : واحد ب ت يويكافئ ٢٥ ر كيلوكالوري أو ٧٨٠ قدم - رطل .
- (٢) أن وحدات ب ت يو وقدم - رطل هي وحدات بريطانية للطاقة الحرارية والميكانيكية بينما وحدات الكيلوكالوري وجول وكيلووات - ساعة هي وحدات فرنسية (النظام المتري) للطاقة الحرارية، الطاقة الميكانيكية والطاقة الكهربائية على التوالي .
- (٣) المقصود بوحدة قدم - رطل هو مقدار الطاقة الميكانيكية اللازمة لرفع رطل من الماء لارتفاع قدم واحد .
- (٤) تمثل وحدة جول مقدار الطاقة الميكانيكية المبدولة عند استخدام قوة تعادل وحدة نيوتن على جسم لمسافة متر واحد (أي إن جول = نيوتن - متر) . مع العلم ان وحدة نيوتن تعادل حوالي ٢.٢٥ رطل قوة .

(ب - ٤) مراتب الطاقة :

ان قانون الديناميكا الحرارية الثاني يقسم اصناف الطاقة الى مراتب مختلفة . فالأصناف ذات الصفات الجيدة (لكونها سهلة النقل والاستخدام والتحويل) تسمى مصادر عالية الرتبة (High Grade) في حين تعتبر الانواع الاخرى اما متوسطة (Medium Grade) او منخفضة الرتبة (Low Grade) . فالكهرباء مثلا تعتبر من مصادر الطاقة العالية الرتبة جدا بسبب خواصها الفريدة بينما تعتبر الطاقة الحرارية منخفضة الرتبة لصعوبة التعامل معها والاستفادة منها .

ويوجد في الطبيعة عدد محدود من مصادر الطاقة الجيدة (ذات رتبة عالية) ، لذلك فان هناك دائما حاجة ماسة لايجاد هذه الاصناف عن طريق استخدام الاصناف المتوسطة والمنخفضة الرتبة . وتكمن هنا المشكلة ، حيث ان عملية رفع رتبة مصدر معين من الطاقة تؤدي الى ضياع جزء كبير من المحتوى الطاقى المخزون فيه . ولحساب مقدار الفاقد (Energy Loss) او لمعرفة كفاءة عملية التحويل (Efficiency of Conversion) من مصدر الى اخر يستخدم مفهوم معامل التحويل (Conversion Coefficient) .

(ب - ٥) مفهوم معامل التحويل :

استنادا الى القانون الثاني والحديث عن مراتب الطاقة نستنتج انه ليس من الممكن تحويل مصدر طاقة الى آخر دون ضياع مقدار معين من المحتوى الطاقى على شكل طاقة غير مفيدة . وتختلف هذه الكمية المفقودة من عملية الى اخرى ومن مصدر الى آخر . ولقارنة مقدار الفاقد في العمليات المختلفة نستخدم مفهوم معامل التحويل . ويتم ذلك من خلال مقارنة مقدار الطاقة المستخدمة مع مقدار الطاقة الناتجة لكل عملية تحويل . ولتسهيل عملية المقارنة فانها توضع على شكل نسبة مئوية كالآتي :

$$\text{معامل التحويل (\%)} = \frac{\text{الطاقة الناتجة}}{\text{الطاقة المستخدمة}} \times 100$$

من الواضح ان معامل التحويل يعكس مدى كفاءة عملية التحويل بين اصناف الطاقة المختلفة . فالعمليات المرتفعة الكفاءة تتميز بارتفاع معامل التحويل في حين يكون المعامل منخفضا في العمليات التي يرتفع فيها الفاقد من الطاقة . وعموما ، يكون المعامل اقل من الحد الاقصى وهو ١٠٠٪ بسبب القانون الثاني . والمقصود من معامل تحويل يساوي ١٠٠٪ ان النظام تام الكفاءة ، اي انه من الممكن تحويل الطاقة فيه من صنف الى آخر دون فاقد . أما في حالة فقدان الطاقة بشكل تام فان معامل التحويل يكون صفرا .

ولحساب معامل التحويل لنظام معين يحوى اكثر من عملية تحويل ، فان معامل التحويل النهائي هو حاصل ضرب معاملات التحويل لكل مرحلة . فمعامل التحويل لنظام يتكون من ثلاث مراحل يحسب كالآتي :

$$\text{معامل التحويل النهائي} = \text{م ح (١)} \times \text{م ح (٢)} \times \text{م ح (٣)}$$

حيث ان م ح (٠) تشير الى معامل التحويل في كل مرحلة بشكل مستقل .
عموما ، كلما ازدادت مراحل التحويل قلت كفاءة التحويل ، اي أن معامل التحويل يكون منخفضا . فمثلا ، تمتاز عملية تحويل الطاقة الميكانيكية المخزنة في الماء في أعلى السد الى طاقة كهربائية بارتفاع معامل التحويل فيها (حوالي ٨٠٪) نظرا لوجود مرحلة تحويل واحدة فقط . وفي المقابل يصل معامل التحويل في عملية تحويل الوقود الاحفوري الى كهرباء الى حوالي ٤٠٪ بسبب الحاجة لعدة مراحل في عملية التحويل . اما في حالة تحويل الطاقة الكيميائية الى ميكانيكية كما هي الحال في آلات الاحتراق الداخلي (السيارات) فان معامل التحويل ينخفض الى ٢٥٪ بينما تتفاوت النسبة للشاحنات ذات آلات الديزل بين ٢٥٪ و ٤٠٪ تبعا لظروف القيادة والحمولة . واخيرا بالنسبة لتحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية فان معامل التحويل منخفض جدا (٥٪) في حالة استخدام الأنوار العادية في حين يرتفع معامل التحويل ليصل الى ٢٠٪ في حالة استخدام انوار الفلورسنت .

حديثاً، وبعد تنامي الاهتمام بالطاقة والمحافظة عليها اخذت الدول الصناعية بالعمل على رفع معامل التحويل من خلال اجراء التعديلات المناسبة في التكنولوجيا المستخدمة . كما انها بالاضافة الى ذلك بدأت بتطبيق فكرة الانتاج المشترك (Co-generation) لرفع كفاءة التحويل من خلال استخدام الفاقد الحراري في عمليات التحويل في حاجات أخرى كتدفئة المنازل او لتسخين المياه .

ج - البعد الزمني للقرارات المتعلقة بالطاقة

نظرا لتفاوت تأثيرات القرارات المتعلقة بالطاقة سياسيا واقتصاديا وتكنولوجيا وبيئيا فان تحديد البعد (المدى) الزمني (Time Horizon) المناسب للقرارات يعتمد على الهمية المعطاة لكل جانب من هذه الجوانب المذكورة . وحيث ان المجموعات المختلفة في المجتمعات تتفاوت في اهتماماتها فان ذلك يؤدي الى تضارب الآراء بخصوص السياسات التي يجب اتباعها والبعد الزمني المناسب . ولما كان اختيار البعد الزمني يرتبط بمصالح اجيال متعددة فان ذلك يؤدي الى مصاعب اضافية لعدم وجود الاجيال المستقبلية (أو من يمثلهم بدون تحين) في الوقت الحالي لتشارك في عملية اتخاذ القرارات .

وبشكل عام، تتطلب الجوانب السياسية والاقتصادية التركيز على المدى القصير في حين ترتبط التأثيرات التكنولوجية بالمدى المتوسط والتأثيرات البيئية بالمدى الطويل . ونستعرض فيما يلي باختصار اسباب الاختلافات في البعد الزمني لكل من الجوانب الاقتصادية / السياسية والتكنولوجية واخيرا البيئية .

(ج - ١) البعد الزمني الاقتصادي :

ان تركيز الجانب الاقتصادي على اهمية تكلفة النقود او سعر الفائدة في اتخاذ جميع القرارات سواء تلك المتعلقة باستغلال مصادر الطاقة او غيرها يؤدي الى تقصير الفترة الزمنية المأخوذة في الاعتبار . ذلك لأن عملية الخصم (Discounting) الملازمة لاستخدام سعر الفائدة والمستخدم في القرارات الاقتصادية تسبب في

فقدان أهمية الكميات البعيدة زمنيا بالمقارنة مع القرية مما يؤدي الى عدم القيام بالاستثمارات التي تؤتي أكلها على المدى الطويل . وينعكس هذا الاتجاه بوضوح في قيام الشركات التجارية بمقدار صغير جدا من عمليات البحث والتطوير البعيدة المدى وتركيزها على المشاريع التي تنحصر فوائدها في المدى القصير . وتفسر هذه الملاحظة قيام الحكومات في عدد كبير من الدول الصناعية بتمويل جزء كبير من نشاطات الابحاث البعيدة المدى من خلال مختبرات علمية مرتبطة بالجامعات او بالمشاركة مع الشركات التجارية .

ويذكر هنا ان هناك ارتباطا وثيقا بين البعد الزمني الاقتصادي والسياسي ، حيث ان الحكومات تمتلك أدوات التأثير (الضرائب وغيرها) على القرارات الاقتصادية . فباستطاعة الحكومات من خلال استخدام هذه الادوات ان تطيل من المدى الزمني الاقتصادي لتشجيع القيام بالابحاث والمشاريع البعيدة المدى . كذلك فان نمط النظام السياسي ومدى استقراره يحدد الى درجة كبيرة البعد الزمني الاقتصادي . ويوضح الفصل الرابع المقصود بالخصم وحساب القيمة الحالية لكمية مستقبلية واخيرا تأثير عملية الخصم في الكميات البعيدة زمنيا مقارنة مع القرية .

(ج - ٢) البعد الزمني التكنولوجي :

عادة ما يكون البعد الزمني التكنولوجي لتطوير مصادر الطاقة اطول بكثير من البعد الزمني الاقتصادي لما تتطلبه عملية تطوير تكنولوجيا معينة مدة من الزمن تصل في معظم الاحيان الى اكثر من ٢٠ سنة . ولهذا السبب تلاقي المجتمعات صعوبات جمة عند مواجهتها لظروف تحتم عليها التحول من تكنولوجيا مستخدمة حاليا الى اخرى جديدة بشكل مفاجىء . ولا شك ان مشكلة الطاقة التي حدثت خلال السبعينات كانت في الاساس نابعة من ضرورة التحول المفاجىء . اذ اضطرت الدول الصناعية الى التحول في وقت قصير جدا للتكنولوجيا تستخدم النفط بكفاءة عالية او لتكنولوجيا تستخدم مصادر طاقة اخرى . ونظرا لوجود هذه المصاعب في عملية التحول فان من الضروري للمجتمعات

التي تود تقليل التأثيرات السلبية من عملية التحول هذه أن تخطط على اساس البعد الزمني التكنولوجي لكي تكون جاهزة عند الضرورة . ولا شك ان مشكلة الطاقة التي نهبت العالم لمحدودية الامدادات النفطية قد بينت القصور الموجود في عملية التخطيط المستقبلي في معظم دول العالم حالياً وذلك لان العالم لم يبدأ الاستعداد الجدي للمرحلة التالية لعصر النفط رغم ان الكميات المتوافرة من هذا المصدر حسب المعلومات الحديثة تكفي العالم لفترة ٣٠ سنة فقط عند مستوى الاستهلاك الحالي . وبعث هذا التقارب الشديد بين عمر مصادر الطاقة المستخدمة حالياً مع المدة اللازمة لتطوير تكنولوجيا جديدة قادرة على الاحلال محل المصادر الحالية على عدم الاطمئنان في عدد كبير من الدول لما يعنيه هذا الوضع من احتمال عدم حدوث انتقال تدريجي من مصدر طاقة الى آخر بل حدوث مشكلة طاقة اخرى في المستقبل .

وتنبع مشكلة الطاقة اساساً من تفاوت البعدين الزمنيين التكنولوجي والاقتصادي ، حيث ان ميل الجانب الاقتصادي للفترات القصيرة نسبياً قد شجع تأخير العمل في تطوير الخيارات التكنولوجية المختلفة للمستقبل بسبب بعد الفوائد المحتملة من هذه المشاريع مقارنة مع تكاليفها الكبيرة في الوقت الحاضر . وتأتي هنا بالطبع مسئولية الحكومات في محاولة اطالة البعد الزمني الاقتصادي من خلال سياسات معينة ليتطابق مع البعد الزمني التكنولوجي وبالتالي يتم تشجيع الابحاث في تطوير التكنولوجيا المستقبلية .

(ج - ٣) البعد الزمني البيئي :

ان التأثيرات البيئية لاستخدام مصادر الطاقة والتكنولوجيا المتعلقة بها صعبة القياس بسبب طول المدة الزمنية بين استخدام هذه المصادر وملاحظة التأثيرات السلبية الناتجة . وتصل هذه المدة في بعض الاحيان الى ١٠٠ سنة . فعلى سبيل المثال لم يتنبأ احد عند بدء استخدام الفحم في القرن الثامن عشر بالتأثيرات البيئية التي يمكن ان تنتج من هذا التوسع الهائل في حرق الفحم لانتاج الطاقة . ولكن تبين حديثاً ان ترسب المركبات الكبريتية الناتجة من حرق الفحم (Acid Rain) في

البحيرات قد تسببت في ازدياد حموضة الماء مما ادى الى قتل الاحياء المائية في آلاف البحيرات في كندا والدول الاسكندنافية . وكذلك الامر بالنسبة لمشكلة تراكم كميات غاز ثاني اكسيد الكربون الناتج من عملية احتراق الوقود في الغلاف الجوي (Green House Effect) التي تعتبر خطيرة جدا ولكن حتى الوقت الحاضر لم تحدد ابعاد هذه المشكلة وتأثيراتها المستقبلية على الحياة على كوكب الارض . وهناك ايضا مشكلة المخلفات النووية (Nuclear Waste) الناتجة من عملية الانشطار النووي (Nuclear Fission) التي لم تصل الدراسات حتى الان الى نتائج نهائية بخصوص تأثيراتها المستقبلية في الانسان والبيئة المحيطة به .

ولما كان البعد الزمني البيئي يعتبر طويلا جدا بالمقارنة مع البعدين الاقتصادي والتكنولوجي فان المجتمعات مالت في السابق الى عدم الاهتمام بالتأثيرات البيئية والتركيز على المنافع الاقتصادية والتكنولوجية المصاحبة لتطوير مصادر الطاقة المختلفة . ولكن بدأت بعض المجتمعات حديثا بالاهتمام بالتأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة ، وقد ادى ذلك الى قيام هيئات هدفها التنظيم الفعال ضد استغلال مصادر الطاقة ذات التأثيرات السلبية في البيئة كالطاقة النووية والفحم . وتطالب هذه الهيئات بضرورة دراسة جميع جوانب التكنولوجيات الجديدة قبل ادخالها بشكل واسع في الاستخدام . وستعرض في الفصل العاشر بالتفصيل للتأثيرات البيئية المصاحبة لمصادر الطاقة المختلفة .

د - تطور استهلاك مصادر الطاقة

تبين المراجعة التاريخية ان العالم مر بثلاث مراحل من حيث استعمالات مصادر الطاقة وان هذه المراحل كانت مترابطة بحيث تم الانتقال من احداها الى الاخرى بشكل تدريجي . اما المصادر فقد كان الخشب ثم الفحم واخيرا النفط والغاز والطاقة النووية .

لقد كان الخشب المصدر الاساسي للطاقة للانسان على مر العصور ومنذ آلاف السنين ، ولكن انتشار الصناعات في بعض المناطق زاد من استهلاك الاخشاب بنسبة كبيرة . ادى هذا الاستهلاك الكبير للخشب الى القضاء على مناطق

شاسعة من الغابات خصوصا في اوروبا مما وجه الانظار الى الفحم (Coal) لاستخدامه كمصدر للطاقة مكمل للاخشاب . وقد كان اول انتاج تجاري للفحم في عهد الملكة اليزابيث الاولى في الجزر البريطانية وذلك لاحلاله محل الخشب الذي بدأ بالتناقص بشكل كبير . وابتدأ الفحم تدريجيا يأخذ مكانته في اوروبا وآسيا ولكن مع بداية الثورة الصناعية في اوروبا وتزايد الحاجة لمصادر الطاقة لتشغيل الآلات البخارية بدأ الفحم بالاحلال محل الخشب كمصدر رئيسي للطاقة وما لبث ان اصبح المصدر شبه الوحيد في سنة ١٨٥٠ . وقد كان من اسباب تفوق الفحم على الخشب هو كبر المحتوى الحراري للفحم للوحدة الوزنية مقارنة مع الخشب مما قلل من تكاليف النقل وبالتالي ساعد في قبول هذا المصدر الجديد . ولم تمر سوى فترة قصيرة حتى ظهر النفط (Petroleum) في الاسواق (سنة ١٨٦٠) ولم يكن النفط في ذلك الحين منافسا للفحم بل كان الطلب عليه لاغراض التشحيم والاضاءة . فقد كان الكير وسين يحل تدريجيا محل شحوم الحيتان التي كانت تنناقص كمياتها بسبب الاقبال الشديد على صيدها مما جعل اسعارها ترتفع . ولكن لم يلبث النفط ان بدأ بمنافسة الفحم تدريجيا بعد ان اتضحت أهميته في الغلايات الصناعية ولكن لم تنتشر استخدامات النفط الا خلال الفترة الاولى من القرن العشرين بعد تطوير آلات الاحتراق الداخلي . بدأ النفط في هذه الفترة بمنافسة الفحم في الصناعات واخذ الاحلال يأخذ دفعا قويا بسبب صفات النفط الجيدة وتفوق محتواه الحراري على ذلك الذي للفحم . أما الكهرباء فقد تطورت بشكل سريع بعد اكتشافها بواسطة بنجامين فرانكلين سنة ١٧٤٦ ومن ثم انتشرت استخداماتها في الولايات المتحدة بفضل توماس ادyson وذلك سنة ١٨٨٠ وبدأ انتاجها التجاري الواسع منذ ذلك الحين . وقد كان جورج وستنجهام أول من طور التيار المتردد (Alternating Current) وذلك سنة ١٨٨٥ . اما الغاز الطبيعي (Natural Gas) فلم يبدأ بالمنافسة كمصدر للطاقة الا خلال الفترة ابتداء من سنة ١٩٣٠ عندما تم تطوير تكنولوجيا نقل الغاز بواسطة الانابيب . وقد استمر نمو استخدامات الغاز الطبيعي في اسواق مختلفة لفترة طويلة بسبب صفاته الطبيعية مثل سهولة التعامل معه ونظافته . وكان لتطور علم الفيزياء حديثا أثر كبير في

ادخال الطاقة النووية (Nuclear Energy) كمصدر جديد للطاقة خلال الخمسينات .
فقد بدأ العالم المتقدم ببناء المفاعلات النووية لانتاج الكهرباء على نطاق واسع مما
جعل هذا المصدر ينافس الفحم والنفط في هذه الاستخدامات .
ولمقارنة دور مصادر الطاقة المختلفة في الاستهلاك العالمي نستعرض جدول (٢)
- (٢) الذي يبين مساهمة كل مصدر الى الاجمالي خلال الفترة ١٩٢٥ - ١٩٨٥ .

جدول (٢ - ٢) : تطور دور مصادر الطاقة في الاستهلاك العالمي ،

١٩٨٥ - ١٩٢٥ .

(نسب مئوية)

المصدر	١٩٢٥	١٩٥٠	١٩٦٠	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الفحم	٨٣	٥٦	٥٢٫٣	٣١	٢٨٫٧	٢٩٫٤	٣٠٫٧
النفط	١٣	٢٩	٣٠٫٨	٤٥	٤٥٫٧	٤٣٫٦	٣٧٫٩
الغاز الطبيعي	٣	٩	١٤٫٥	١٨	١٨٫٣	١٨٫٦	٢٠٫١
الطاقة المائية	١	٦	٢٫٣	٥٫٧	٥٫٩	٦٫٠	٦٫٧
الطاقة النووية	-	-	-	٠٫٤	١٫٤	٢٫٤	٤٫٦
المجموع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

المصدر: مشتق من جدول (٢ - ٥) وايضا الآتي :

BP Statistical Review of The World Oil Industry, 1960, 1975, 1985.

ملاحظة: (١) الاشارة (-) تعني رقم صغير أو صفر.

(٢) مجموع النسب لا يساوي ١٠٠٪ بسبب التقريب المستقل لكل رقم .

يلاحظ ان الفحم كان يشغل المركز الاول خلال الفترة حتى ١٩٦٠ ، حيث بلغت
نسبته الى الاجمالي حوالي النصف . ولكن بدأ دور الفحم يتضاءل بسرعة خلال
الفترة التالية لسنة ١٩٥٠ ليصل الى ادنى معدل له في سنة ١٩٧٥ وذلك بنسبة
٢٨٫٧٪ من اجمالي الاستهلاك العالمي . وكانت حصة النفط خلال تلك الفترة

تزداد بمعدلات سريعة حتى بلغت مساهمة النفط في الاجمالي حوالي ٤٤ر٣٪ سنة ١٩٧٥ مقارنة مع ٢٤ر٤٪ سنة ١٩٥٠ . ولا شك ان هذه الزيادة كانت في الاساس على حساب دور الفحم . اما حصة الغاز الطبيعي فقد ارتفعت خلال تلك الفترة ايضا ولكن بمعدلات ابطأ من تلك التي للنفط . وعموما كان الغاز الطبيعي يحل تدريجيا محل الفحم بالاضافة الى دخول الاسواق الجديدة في القطاعين المنزلي والصناعي . ونشير هنا الى ان الكميات المستهلكة من جميع هذه المصادر كانت ترتفع باستمرار الا ان التباين في معدلات الزيادة كان السبب في تدني اهمية الفحم بالمقارنة مع المصادر الاخرى . اما فيما يتعلق بالطاقة النووية فان اهميتها في الاستهلاك العالمي لم تتزايد الا حديثا وخصوصا في عقد السبعينات .

أخذت حصة النفط في الاستهلاك العالمي من الطاقة بالتراجع بشكل سريع بدءا مع التطورات في السوق النفطية خلال الفترة ١٩٧٣ / ١٩٧٤ وارتفاع اسعار النفط بمقدار اربعة اضعاف . وقد استمر هذا التراجع حتى سنة ١٩٨٦ متأثرا بالتقلبات في السوق النفطية بالاضافة الى ارتفاع الاسعار بشكل كبير خلال سنة ١٩٧٩ . فقد بلغت حصة النفط في سنة ١٩٨٥ حوالي ٣٧ر٩٪ بالمقارنة مع ٤٥ر٧٪ سنة ١٩٧٥ . وقد استفادت جميع مصادر الطاقة الاخرى من تقلص دور النفط في اسواق الطاقة كما يتضح من جدول (٢ - ٢) .

هـ - استهلاك العالم من الطاقة الأولية

ذكرنا في مقدمة هذا الفصل بأن هناك تفاوتاً كبيراً بين معدلات استهلاك الطاقة الأولية في مناطق العالم المختلفة تبعاً لحجم اقتصادياتها ودرجة تطورها التكنولوجي . ونستعرض فيما يلي معدلات استهلاك الطاقة الأولية في العالم وحسب المجموعات الدولية .

لقد تزايد الاستهلاك العالمي من الطاقة بشكل متواصل منذ بداية الثورة الصناعية حتى الوقت الحاضر . فقد تضاعف الاستهلاك العالمي من الطاقة خلال الفترة من ١٨٧٥ الى ١٩٧٥ ليصل الى ٨٥٨٥ مليون طن مكافئ فحم (٤٣٧)

بليون برميل مكافئ نفط) بالمقارنة مع ٢٥٠ مليون طن مكافئ فحم (١٢٧ بليون برميل مكافئ نفط). وقد سبق وان أشرنا الى ان نمط الاستهلاك كان يتسم بالتركيز الشديد على النفط وخصوصا في الفترة من ١٩٥٠ - ١٩٧٥.

وفيما يختص بتقسيم الاستهلاك العالمي من الطاقة الاولية حسب المناطق الجغرافية، فان جدول (٢ - ٣) يبين ان المناطق الصناعية الغربية والدول الاشتراكية تحوز على معظم الاستهلاك (٧٠٪ من الاجمالي) في حين شكّل مجموع استهلاك المناطق النامية كالشرق الاوسط وافريقيا واميركا اللاتينية حوالي ١٠٪ سنة ١٩٨٥. ولكن من الملاحظ ان المناطق الاخيرة شهدت نموا مستمرا في استهلاك الطاقة ويتوقع ان يستمر ذلك حتى فترة طويلة في المستقبل. اما الدول الصناعية الغربية فيلاحظ ان استهلاكها قد تباطأ بشكل ملموس منذ سنة ١٩٧٣، ويرجع ذلك الى التطورات السعريّة التي سبق وان اشرنا اليها وتأثيراتها في اقتصاديات هذه الدول. اما الدول الاشتراكية فقد استمرت في زيادة مستويات استهلاكها من الطاقة الاولية على الرغم من ارتفاع الاسعار في اسواق الطاقة. وللتعرف على مستويات استهلاك الطاقة الاولية حسب أهم الدول، نستعرض جدول (٢ - ٤). ويلاحظ ان اجمالي استهلاك الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي والصين يشكّل حوالي ٥١٪ من الاستهلاك العالمي لسنة ١٩٨٥، كذلك فان الدول العشر المذكورة في الجدول تستهلك فيما بينها ما نسبته ٧١٪ من الاجمالي.

وفي جدول (٢ - ٥) نوضح تطور دور مصادر الطاقة المختلفة في استهلاك المجموعات الدولية المختلفة من الطاقة الأولية، حيث يبين الجدول دور الفحم والنفط والغاز الطبيعي والكهرباء الأولية (الطاقة المائية زائد الطاقة النووية) في عدد من المجموعات الدولية الهامة. ويلاحظ من الجدول ان التطورات في نسب مصادر الطاقة متشابهة من حيث الاتجاه مع تباينها من حيث المقادير. ففي الفترة السابقة لسنة ١٩٧٥ نلاحظ بوضوح تراجع دور الفحم في استهلاك المجموعات السياسية الاقتصادية المختلفة. فقد انخفض دور الفحم في الولايات المتحدة وكندا بحدّة

جدول (٢ - ٣) : استهلاك العالم من الطاقة الأولية حسب المناطق،

١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(١٠ ب ت يو)

١٩٨٥	١٩٨٣	١٩٧٩	١٩٧٣	١٩٦٥	المنطقة
٨٠ر١٩ (٢٧)	٧٦ر٤٣ (٢٨)	٨٤ر٥٨ (٣١)	٨٠ر٤٤ (٣٤)	٥٨ر٠٤ (٣٦)	امريكا الشمالية
١٥ر٠٨ (٥)	١٤ر٣٠ (٥)	١٢ر٨٩ (٥)	١١ر١٧ (٥)	٧ر٢٣ (٤)	امريكا اللاتينية
٤٨ر٩٣ (١٧)	٤٦ر٦٤ (١٧)	٥٢ر٥٥ (١٩)	٤٩ر٩٠ (٢١)	٣٣ر٧٢ (٢١)	اوروبيا الغربية
٥ر٧٠ (٢)	٥ر٢٧ (٢)	٤ر٢٥ (٢)	٣ر٥٤ (٢)	١ر٦٢ (١)	الشرق الأوسط
٧ر٧٢ (٣)	٧ر٢٤ (٣)	٦ر٠٦ (٢)	٤ر٣١ (٢)	٣ر٢٩ (٢)	افريقيا
٥٨ر٣٢ (٢٠)	٥٢ر٤٠ (١٩)	٥١ر٧٤ (١٣)	٤٠ر٠٨ (١٧)	٢٢ر٩٩ (١٤)	الشرق الأقصى واوقيانوسيا
٧٧ر٤٥ (٢٦)	٧٢ر٨٨ (٢٦)	٦٢ر٣٧ (٢٣)	٥٠ر٩٤ (٢٢)	٣٦ر٢٣ (٢٢)	اوروبيا الشرقية والاتحاد السوفيتي
٢٩٣ر٤٧	٢٧٥ر٢٣	٢٧٤ر٤٤	٢٣٤ر٣٢	١٦٣ر١٢	العالم

المصدر: BP Statistical Review of The World Oil Industry, British Petroleum Co., U.K, 1979 & 1986.

ملاحظة: (١) تم تحويل الارقام من مليون طن مكافئ نפט الى ب ت يو باستخدام جداول التحويل.

(٢) قد لا يتساوى مجموع المناطق مع مجموع العالم بسبب التقريب المستقل.

من ٧٥٪ سنة ١٩٢٥ الى ١٨ر٤٪ سنة ١٩٧٥ ، وكذلك كان الحال في اوروبيا الغربية واليابان والدول النامية . وتعتبر الدول الاشتراكية المجموعة الوحيدة التي لم يتراجع فيها دور الفحم بشكل كبير، حيث انخفضت حصة الفحم لتصل

٥٢٨٪ سنة ١٩٧٥ بالمقارنة مع ٨٧٪ سنة ١٩٢٥ .

وفي المقابل ازدادت حصة النفط في استهلاك المجموعات المختلفة لتصل الى اعلى مستوى لها سنة ١٩٧٥ . وقد كانت اليابان واوروبا الغربية من المجموعات التي تحولت الى النفط بشكل شبه كلي خلال تلك الفترة في حين كان التحول في الدول الاشتراكية اكثريبطئا . اما الفترة اللاحقة لسنة ١٩٧٥ فالملحوظ حدوث اتجاه معاكس للتطورات السابقة ، حيث بدأ النفط بالتراجع مقابل الفحم في المجموعات الدولية كافة . فقد شهد النفط انخفاضا شديدا في دوره كمصدر للطاقة خلال الفترة ١٩٧٥ - ١٩٨٥ ، حيث بلغت نسبته في الولايات المتحدة

جدول (٢ - ٤) : استهلاك العالم من الطاقة الأولية حسب اهم الدول ،

١٩٦٥ - ١٩٨٥ .

(١٠٠ ب ت يو)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥
الولايات المتحدة	٥٣٠٤	٧٢١٥	٧٥٨٠	٦٨٠٤	٧١٢٢
الاتحاد السوفيتي	٢٥٦٨	٣٤٦٠	٤٤٨٨	٥٠٨٥	٥٤٤٨
اليابان	٦٠٨	١٣٧٦	١٤٦٠	١٣٥٥	١٤٤٦
المانيا الغربية	٧٥	١٠٤٩	١١٣٦	٩٩٤	١٠٥٨
بريطانيا	٧٥٣	٨٩٠	٨٧٨	٧٦٩	٧٩٩
الصين	٩١٣	١٤٢٣	٢١٠٨	٢١٨٨	٢٥١١
كندا	٥٠٠	٧٥٦	٨٧٨	٨٣٩	٨٩٧
فرنسا	٤٦٨	٧٣٧	٧٦٣	٧٢٠	٧٤٩
ايطاليا	٣٣٠	٥٤٦	٥٩٣	٥٤٨	٥٥٧
استراليا	١٧٧	٢٦٤	٣٤١	٢٩١	٣١٢
العالم	١٦٣١٢	٢٣٤٣٢	٢٧٤٤٣	٢٧٥٢٣	٢٩٣٤٧

المصدر: BP Statistical Review of The World Oil Industry, British Petroleum Co., U.K, Various Issues.

ملاحظة: (١) تم تحويل الارقام من مليون طن مكافئ نفط الى (١٠٠) ب ت يو.

جدول (٢ - ٥) : تطور استهلاك مصادر الطاقة حسب المجموعات الدولية، ١٩٢٥ - ١٩٨٥.

(نسب مئوية)

المنطقة	نسبة النظم في استهلاك الطاقة (%)					نسبة النظم في استهلاك الطاقة (%)				
	١٩٨٥	١٩٨٠	١٩٧٥	١٩٧٠	١٩٦٥	١٩٨٥	١٩٨٠	١٩٧٥	١٩٧٠	١٩٦٥
الولايات المتحدة وكندا	٣٩,١	٤٢,٥	٤٣,٤	٤٤	٣٩	٣٣,٤	٣٢,٨	١٨,٤	١٨	٣٨
أوروبا الغربية	٤٥,٩	٥٣,٣	٥٦	٥٦	١٤	٢٠,٦	٢٠,٨	٢٠,٧	٧٧	٧٨
اليابان	٥٥,١	٦٦,٦	٧٠,٣	٦٩	٦	٢٠,٦	١٥,٩	٢٠,١	٢٢	٨٣
الدول النامية	٢٥,٥	٢٩,٤	٢٨	٢٥	١٤	٤٧,٩	٥٣,٨	٥٨	٨٢	٨٧
الدول النامية	٤٩,٣	٥٥,٩	٥٦,٣	٥٧	١٢	٢٣,٠	٢٩,٦	٢٢	٤٧	٨٣
جميع العالم	٣٧,٩	٤٣,٦	٤٥,٧	٤٥	٢٩	٣٠,٧	٢٩,٤	٢٨,٧	٣١	٥٦

المنطقة	نسبة الكويلاز الأولية في استهلاك الطاقة (%)					نسبة الغاز الطبيعي في استهلاك الطاقة (%)				
	١٩٨٥	١٩٨٠	١٩٧٥	١٩٧٠	١٩٦٥	١٩٨٥	١٩٨٠	١٩٧٥	١٩٧٠	١٩٦٥
الولايات المتحدة وكندا	١٣,١	١٠,٥	٩,٤	٦	١	٢٤,٤	٢٦,٢	٢٨,٨	٣٢	١٧
أوروبا الغربية	١٨,٥	١١,٧	١٠,٣	١١	٨	١٥,٦	١٤,٤	١٣	٦	-
اليابان	١٥,٢	١١,٥	٧,٣	٨	٤	٩,٨	٦,١	٢,٣	١	-
الدول النامية	٥,٧	٣,٧	٣,٣	٣	-	٢,٥	١,٩	١,٥	١,٤	٢
الدول النامية	١٢,١	٩,١	٧,٦	٩	٣	١٥,٦	١٢,٢	١١,٥	١٢	٢
جميع العالم	١١,٣	٨,٤	٧,٤	٦	١	٢,١	١٨,٦	١٨,٣	١٨	٩

(١) التقارير السنوية للوبك.

المصدر: هذا الجدول مشتق من عدة مصادر هي كالآتي:

(٢) التقرير السنوي للوابك، ١٩٨٣. BP, Statistical Review of the World Oil Industry, 1979, 1982 (٣)

(٤) Griffin, J.M. and Steele, H.E. "Energy Economics and Policy", P.7, Table 1.1, Academic Press, 1980.

ملاحظة: لا يكون مجموع النسب مساويا ١٠٠٪ وذلك للتوزيع المستقر لكل رقم.

وكندا حوالي ٣٩١٪ سنة ١٩٨٥ مقارنة مع ٤٣٤٪ سنة ١٩٧٥ .

أما بخصوص المصادر الاخرى من الطاقة وهي الغاز والكهرباء الأولية فان هذين المصدرين قد ازدادت حصتهما بشكل متواصل خلال الفترة ١٩٢٥ - ١٩٨٥ . ولكن هناك تباينا كبيرا بين المجموعات المختلفة من حيث معدلات الزيادة . فعلى سبيل المثال توسعت اوروبا الغربية في استخدام الكهرباء الأولية في حين زادت الدول الشيوعية من استخداماتها للغاز الطبيعي . وأخيرا ، نشير الى انه في الوقت الحاضر لا يزال النفط يتبرأ المرتبة الاولى من حيث الحصة في الاستهلاك العالمي من الطاقة الأولية فيما عدا الدول الاشتراكية حيث يأتي الفحم في المقدمة .

ان التفاوت بين معدلات الاستهلاك من الطاقة الأولية في مناطق العالم بالاضافة الى تركيز غالبية سكان العالم في المناطق النامية يؤدي الى تباين مستويات استهلاك الفرد من الطاقة الأولية . ويلاحظ من جدول (٢ - ٦) ان هناك فجوة كبيرة في معدلات استهلاك الطاقة الأولية للفرد . ففي حين يستهلك الفرد الافريقي حوالي ١١ مليون وحدة حرارية بريطانية (ب ت يو) سنويا نجد ان الفرد في اميركا الشمالية يستهلك حوالي ٢٦٣ مليون (ب ت يو) سنويا . اما الدول الغربية الصناعية ، فتأتي في المرتبة الثانية من حيث الاستهلاك الفردي من الطاقة الأولية . واللافت للنظر هو تدني معدل الاستهلاك الفردي من الطاقة في الدول ذات الاقتصاد المخطط مركزيا مقارنة بنظيره في الدول الصناعية الغربية .

وللتعرف على مدى الاختلافات الموجودة بين الدول من حيث معدلات الاستهلاك الفردي من الطاقة الأولية ، نستعرض جدول (٢ - ٧) . من الواضح ان كندا تأتي في مقدمة الدول من حيث معدلات الاستهلاك للفرد في حين تأتي الولايات المتحدة والمانيا الشرقية في المرتبتين الثانية والثالثة . والجدير بالذكر ان ضمن الدول النامية هناك اختلافات كبيرة ، فعلى سبيل المثال يستهلك الفرد في السعودية حوالي ١٠٠ مليون وحدة (ب ت يو) سنويا في حين يصل استهلاك الفرد الايراني نحو ٣٧ مليون (ب ت يو) فقط . هذا ويعتبر معدل استهلاك الفرد من

جدول (٢ - ٦) : تطور استهلاك الفرد من الطاقة الأولية
حسب المناطق، ١٩٧٠ - ١٩٨٤ م.
(مليون ب ت يوستويا)^(١)

١٩٨٤	١٩٨٠	١٩٧٧	١٩٧٥	١٩٧٠	المنطقة
١٥٩ر٩	١٦٥ر٣	١٦١ر٩	١٥٥ر٩	١٤٦ر٦	الدول الغربية الصناعية
١٣ر٥	١٢ر٦	١١ر٣	١٠ر٣	٨ر٣	الدول النامية ^(٢)
٥٤ر٧	٥٤ر٠	٤٩ر٧	٤٦ر٣	٣٦ر٥	الدول المخططة مركزيا ^(٣)
١١ر٠	١٠ر١	٨ر٧	٨ر٣	٦ر٣	افريقيا
١٩ر٣	١٦ر٦	١٤ر٢	١٢ر٦	٧ر٩	دول الأوبك
٢٦٢ر٩	٢٨٥ر٧	٢٨٨ر٥	٢٨٢ر١	٢٧٣ر٥	امريكا الشمالية ^(٤)
٥١ر١	٥٣ر٥	٥٣ر٣	٥٠ر٩	٤٨ر٢	العالم

المصدر: United Nations Statistical Yearbook, 1979/80 and 1983/84.

United Nations, New York.

- ملاحظة: (١) تم تحويل الأرقام من كيلوجرام مكافئ فحم إلى مليون ب ت يوستويا باستخدام معامل التحويل: مليون طن فحم يكافئ ٢٦٦٧ر٠ بليون ب ت يوستويا.
(٢) جميع الدول النامية غير الاشتراكية.
(٣) الدول المخططة مركزيا تشمل روسيا، دول أوروبا الشرقية، الصين، منغوليا، جمهورية كوريا الشعبية، وفيتنام.
(٤) أمريكا الشمالية تشمل كندا والولايات المتحدة فقط.

الطاقة في بنغلاديش من أدنى المستويات في العالم. ومن الجدير بالذكر أن المعدلات آنفة الذكر تشير إلى استهلاك الدول من مصادر الطاقة التجارية ولا تشمل مصادر الطاقة التقليدية التي يصعب قياس مقاديرها بشكل دقيق.
يتضح من جدول (٢ - ٧) وجود علاقة بين مستوى استهلاك الفرد من الطاقة

جدول (٢ - ٧) : استهلاك الفرد من الطاقة الأولية

حسب الدول، ١٩٥٥ - ١٩٨٤ م.

(مليون ب ت يوستويا)

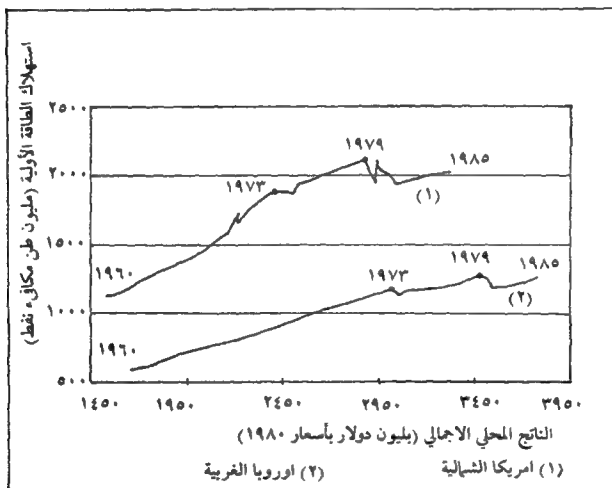
الدولة	١٩٥٥	١٩٦٤	١٩٧٣	١٩٧٨	١٩٨٠	١٩٨٤
كندا	١٤٥	١٩٦	٣٠٩	٢٧٣	٢٨٧	٢٦٩
الولايات المتحدة	٢١٤	٢٤١	٣٢٩	٣١٣	٢٨٦	٢٦٣
المكسيك	١٨	٢٨	٣٧	٣٨	٤٧	٤٧
فنزويلا	٥٨	٨٣	٧٧	٨٢	٨٧	٨٥
الأرجنتين	٢٧	٣٤	٥٢	٥٢	٤٨	٤٧
البرازيل	٨	١٠	١٦	٢٢	٢١	١٨
فرنسا	٦٠	٨١	١٢١	١٢٠	١٢٤	١٠٨
ألمانيا الغربية	٩٠	١١٦	١٥٩	١٦٥	١٦٠	١٥٣
إيطاليا	٢٠	٤٦	٧٥	٨٩	٨٦	٨٥
هولندا	٦٥	٩٠	١٦٧	١٤٦	١٨٠	١٦١
السويد	٧٥	١١٩	١٦٨	١٦٤	١٤٩	١٢٩
بريطانيا	١٣٧	١٤٠	١٥٩	١٤٣	١٣٤	١٣١
بنغلاديش	١	٢	١	١	١	١
الهند	٣	٤	٥	٥	٦	٧
اندونيسيا	٣	٣	٤	٨	٧	٧
إيران	٤	١١	٣٠	٥٠	٣٢	٣٧
اليابان	٢٠	٤٦	٩٩	١٠٥	١٠١	١٠٥
السعودية	٦	٩	٢٨	٣٦	٧٥	١٠٠
تايلند	١	٣	٨	٩	١٠	١١
تركيا	٦	٩	١٧	٢٢	٢٠	٢٤
جنوب افريقيا	٦٦	٧١	٧٧	٨٢	٧٦	٧٢
ألمانيا الشرقية	١٠٧	١٥٣	١٧١	١٩٦	١٩٨	٢٠٩
بولندا	٧٢	٩٧	١٢٦	١٥٤	١٣٦	١٢٤
الاتحاد السوفيتي	٦٢	٩٤	١٣٥	١٥١	١٥٣	١٦٤
الصين	٤	١٢	١٦	٢٢	١٦	١٨
استراليا	٩٧	١٢٢	١٦٤	١٨٢	١٧٠	١٦٩

المصدر: United Nations Statistical Yearbook, 1959-77, 1960-78.

ملاحظة : (٥) هذا الرقم هولسة ١٩٧٦.

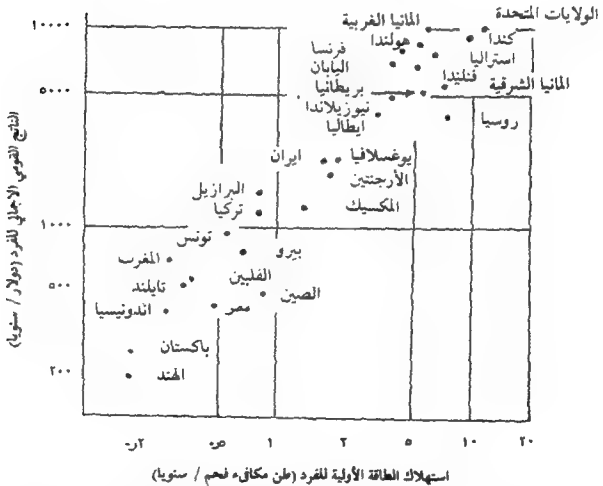
التجارية والمستوى الاقتصادي، وعليه فمن المفيد ان نعرف على هذه العلاقة من خلال مقارنة صنفين من البيانات. يبين شكل (٢ - ١) العلاقة بين معدل الاستهلاك من الطاقة الأولية ومستوى النشاط الاقتصادي مقوماً بالناتج المحلي الاجمالي لكل من اميركا الشمالية (الولايات المتحدة وكندا) واوروپا الغربية للفترة من ١٩٦٠ الى ١٩٨٥. ويلاحظ من الشكل ان هناك علاقة موجبة شبه خطية

شكل (٢ - ١) : العلاقة بين الناتج المحلي الاجمالي ومستوى استهلاك الطاقة الأولية، ١٩٦٠ - ١٩٨٥.



المصدر : Energy Balances of OECD Countries 1970/1985 AND MAIN Series From 1960, IEA/OECD. Paris 1987, Pages 39 & 75.

بين هذين المتغيرين لكل منطقة، وتقل قوة هذه العلاقة في الفترة التالية لسنة ١٩٧٣. كما يلاحظ ان استهلاك اميركا الشمالية من الطاقة يفوق ما تستهلكه اوروبا الغربية عند مستوى معين من الناتج القومي، وهذا يدل على وجود اسباب اخرى لهذه الاختلافات غير الدخل القومي كنمط الانتاج واسلوب الحياة مثلا. أما بالنسبة للصنف الثاني من البيانات فيتعلق بمقارنة معدلات استهلاك الفرد من الطاقة الأولية بالدخل الفردي لمجموعة من الدول. ويقاس الدخل الفردي (أو مستوى المعيشة) بحاصل قسمة الناتج القومي الاجمالي على عدد السكان. ويوضح شكل (٢ - ٢) هذه العلاقة لمجموعة من الدول الصناعية والنامية وذلك شكل (٢ - ٢): علاقة الاستهلاك الفردي من الطاقة مع الناتج القومي للفرد لمجموعة من الدول، ١٩٧٨.



المصدر: World Development Report 1980, World Bank, Washington D.C., 1980

لسنة ١٩٧٨ . وتشير هذه المقارنة دون ريب الى وجود علاقة شبه خطية وموجبة بين استهلاك الفرد من الطاقة الأولية والدخل الفردي ، حيث ان الدول ذات الدخل الفردي العالي يرتفع فيها معدل استهلاك الفرد من الطاقة . وتفسر هذه الملاحظة اسباب التفاوت الكبير بين استهلاك الفرد من الطاقة في الدول المختلفة . اما الاختلافات الموجودة في معدلات استهلاك الفرد من الطاقة في الدول المتقاربة من حيث الدخل الفردي فترجع الى اختلافات اساسية تتعلق بالسياسات المتبعة كاختيار أنماط الانتاج واختلاف أنماط المواصلات وسياسات تسعير مصادر الطاقة المختلفة وهيكل المدن ، واخيرا اختلاف الأذواق في المجتمعات المختلفة من حيث السكن وغيره .

نستنتج من هذا التحليل ان استهلاك الطاقة في الدول المختلفة يتأثر بشكل مباشر بمعدلات النمو في الناتج القومي وينعكس ذلك على الافراد حيث يزداد استهلاك الفرد من الطاقة كلما ارتفع الدخل الفردي . ونشير هنا الى ان هذه الاختلافات تقل بشكل حاد اذا أخذ استهلاك مصادر الطاقة التقليدية في الاعتبار حيث انها تشكل نسبة عالية من الاستهلاك الاجمالي من الطاقة في الدول النامية .

و - انتاج العالم من الطاقة الأولية

يمتاز انتاج الطاقة في العالم بتوزيعه الجغرافي الواسع مقارنة مع توزيع مراكز الاستهلاك مع وجود نقص في الدول الصناعية الغربية وفائض لدى الدول النامية واكتفاء ذاتي في الدول الاشتراكية . ويوضح الجدول (٢ - ٨) الانتاج العالمي من الطاقة تبعا للمناطق الجغرافية . لا شك ان المناطق الصناعية تنتج نسبة كبيرة من الانتاج العالمي ، حيث تقدر الحصة الاجمالية لاميركا الشمالية واوروبا الغربية

جدول (٢ - ٨) : انتاج العالم من الطاقة الأولية حسب
المناطق ، ١٩٧٣ - ١٩٨٤ .
(١٠٠ ب ت يو)

المنطقة	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٤
امريكا الشمالية	٧٣,٣٢ (٣٠)	٧٨,١٦ (٢٧)	٧٦,٧٤ (٢٦)
امريكا اللاتينية	١٢,٨٥ (٥)	١٢,٢٦ (٤)	٢٠,٥٦ (٧)
اوروبا الغربية	١٩,٥٨ (٨)	٢٧,٤٠ (٩)	٣٢,٥٥ (١١)
الشرق الأوسط	٤٦,٦١ (١٩)	٤٨,٤٢ (١٧)	٢٧,١٣ (٩)
افريقيا	١٤,٨١ (٦)	١٨,٠٨ (٦)	١٦,٦٦ (٦)
الشرق الأقصى وأوقيانوسيا	٢٦,١٧ (١١)	٣٧,٦٤ (١٣)	٤٥,٢٤ (١٥)
اوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي	٥١,٤٤ (٢١)	٦٦,٧٥ (٢٣)	٧٤,٠٠ (٢٥)
العالم	٢٤٤,٧٨	٢٨٨,٨٢	٢٩٢,٨٦

المصدر: Department of Energy, EIA, International Energy Annual,

U.S.A., Various Issues.

ملاحظة : (١) تشمل الطاقة الأولية النفط الخام والمكثفات النفطية وسوائل الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي الجاف والفحم والانتاج الصافي من الكهرباء (الطاقة المائية، النووية).
ويقصد بالانتاج الصافي من الكهرباء مجموع انتاج الكهرباء ناقصا الكمية المستخدمة في المحطة.

(٢) الأرقام بين قوسين تشير الى نسبة انتاج المنطقة الى اجمالي انتاج العالم.

جدول (٢ - ٩) : انتاج العالم من الطاقة الأولية حسب
أهم الدول، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ .
(١٠٠ ب ت يو)

الدولة	١٩٧٣	١٩٧٩	١٩٨٤
الولايات المتحدة	٦١٩٥	٦٣٦٦	٦٥٦٣
الاتحاد السوفيتي	٣٩٢٨	٥٢٤٢	٥٩٧٢
الصين	١٣١٤	١٩٢٣	٢٢٨٥
السعودية	١٦٦٣	٢١٢٥	١٠٧٨
كندا	٩٥٠	٩٩٥	١١١١
بريطانيا	٤٦٦	٨٤١	٨٩٨
المكسيك	١٨٧	٤٥٥	٧٨٦
بولندا	٤٩٤	٦٢١	٥٣٧
ايران	١٣٢٧	٧٤٤	٥٣٠
المانيا الغربية	٤٩٢	٥٢٦	٥٧٧
اسرائيل	٣٢٥	٤٦٨	٤٨٣
فنزويلا	٨١٣	٥٩٤	٥٠٢
الهند	٢٢٢	٣١٥	٤٧٥
اندونيسيا	٢٩٠	٣٨٤	٤١٠
جنوب افريقيا	١٤٨	٢٥٣	٣٤٩
النرويج	٠٨٣	٢٧١	٣٨١
فرنسا	١٧٨	٢٠٣	٣٤٨
الجزائر	٢٤٧	٣١٥	٣٢٨
هولندا	٢٥٢	٢٦٩	٢٧١
الامارات	٣٢٧	٤١١	٢٩٧
نيجيريا	٤٤٥	٤٩٥	٣١٣
الكويت	٦٧٥	٥٦٨	٢٧٥
ليبيا	٤٧٢	٤٥٩	٢٤٩
العراق	٤٣٥	٧٣٧	٢٥٧
العالم	٢٤٤٧٨	٢٨٨٨٢	٢٩٢٨٦

المصدر: Department of Energy, Energy Information Administration,

International Energy Annual, U.S.A., 1985.

ملاحظة : الطاقة الأولية تشمل النفط الخام والمكثفات النفطية وسوائل الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي الجاف والفحم والانتاج الصافي من الكهرباء (الطاقة المائية والنوية).

والدول الاشتراكية بحوالي ٦٢٪ من اجمالي انتاج العالم . هذا وتشكل نسبة الشرق الاوسط حوالي ٩٪ وافريقيا ٦٪ . ولكن نظرا لارتفاع مستويات الاستهلاك من الطاقة الأولية في الدول الصناعية فانها مضطرة لاستيفاء جزء من متطلباتها من الدول المصدرة للطاقة ، انظر جدول (٢ - ٣) .

أما بالنسبة لانتاج الطاقة الأولية حسب اهم الدول ، فيتين من جدول (٢ - ٩) ان الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي يحوزان على نصيب الاسد في الانتاج ، حيث يشكل انتاج هاتين الدولتين حوالي ٤٣٪ من الانتاج العالمي من الطاقة . أما الدول الاخرى الهامة فهي الصين والسعودية وكندا وبريطانيا والمكسيك .

مراجع الفصل الثاني

- Manfred Grathwohl , World Energy Supply ; Resources , Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.
- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.
- Robert L. Loftness, Energy Handbook, Van Nostrand Rein Hold Co., U.S.A., 2nd Edition, 1984.
- Sybil P. Parker, Editor, McGraw - Hill Encyclopedia of Energy, McGraw - Hill Book Company, U.S.A., 2nd Edition, 1981.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٨٦ .

الفصل الثالث

مصادر الطاقة

(Energy Sources)

أ- تمهيد .

ب- مقارنة مصادر الطاقة :

ج- تقسيم مصادر الطاقة .

(ج - ١) تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة .

(ج - ٢) مصادر الطاقة التجارية (العادية) .

(ج - ٣) مصادر الطاقة المستقبلية (غير العادية) .

د- العوامل التي تحد من ندرة الموارد الطبيعية .

- المراجع .

أ - تمهيد

تحت وطأة أحداث سنة ١٩٧٣ وتأثيراتها العميقة في السوق النفطية توجهت أنظار العديد من المهتمين بأمور الطاقة الى مصادر الطاقة المختلفة . فقد بدأوا يتساءلون عن مدى توافر مصادر الطاقة المستخدمة حاليا واحتمالات عدم توافر مصادر جديدة يمكن احلالها تدريجيا محل المصادر الحالية في المستقبل القريب والبعيد . وهناك بشكل عام عدد كبير من مصادر الطاقة المستغلة حاليا وأخرى في مرحلة التطوير والبحث . ونستعرض في هذا الفصل مجموعة كبيرة من هذه المصادر مبينين تصنيفاتها المختلفة والاحتياجات المتوافرة . ولكن قبل القيام بذلك تجدر الإشارة الى كيفية مقارنة مصادر الطاقة المختلفة .

ب - مقارنة مصادر الطاقة

نظرا للاختلافات الكبيرة بين اصناف الطاقة من حيث مصادرها ووحدات قياسها ، فإن من الصعوبة مقارنتها مباشرة من حيث المحتوى الطاقوي (Energy Content) . لذلك كان لزاما ان يتم قياس المحتوى الطاقوي في كل مصدر باستخدام وحدات متجانسة وذلك لتيسير عملية المقارنة . وقد انتشر استخدام الوحدات الحرارية البريطانية (ب ت يو) كوحدات قياسية . ويعبر عن المحتوى الحراري لكل مصدر بوحدات (ب ت يو) ومن ثم تقارن الكميات المختلفة من هذه المصادر على اساس التكافؤ من حيث المحتوى الحراري (Heat Content Equivalence) . وسهل استخدام هذه الطريقة للاصناف المتشابهة كالنفط والغاز الطبيعي والفحم ولكنها صعبة الاستعمال للاصناف الاخرى كالكهرباء الناتجة من الطاقة النووية أو المائية .

في حالة الطاقة النووية فانه يمكن حساب المحتوى الحراري القابل للاستغلال من كمية معينة من معدن اليورانيوم عن طريق معرفة مقدار الطاقة الفيزيائية المخزنة في هذه الكمية ومن ثم استخدام معامل التحويل للمفاعلات النووية

الحديثة لحساب مقدار الطاقة التي يمكن الحصول عليها من اجمالي الطاقة المختزنة في المعدن. أما في حالة الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة المائية فان المحتوى الحراري يحسب عن طريق تقدير كمية النفط اللازمة في محطة كهربائية حديثة تستعمل النفط لانتاج مقدار معين من الكهرباء ومن ثم تتم مقارنة ذلك مع الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقة المائية. من الواضح أن هذه الطريقة يمكن استخدامها في حالة الطاقة النووية ايضا.

يوضح جدول (٣ - ١) المحتوى الحراري للنفط والغاز الطبيعي والفحم والعلاقة بين هذه المصادر من حيث الوزن والحجم. اما جدول (٣ - ٢) فيوضح التكافؤ بين أصناف الوقود الاحفوري والكهرباء على اساس المحتوى الحراري وذلك تبعا للوزن والحجم. هذا وسوف نستخدم مفهوم التكافؤ الحراري في الصفحات القادمة من هذا الفصل لتحويل الكميات المتباينة من هذه المصادر الى وحدات قياسية متطابقة لتسهيل عملية المقارنة، وقد اخترنا برميل نفط مكافئ لهذا الغرض.

تجدر الاشارة هنا الى ان استخدام المحتوى الحراري لمقارنة مصادر الطاقة المختلفة لا يعني امكانية تسعيرها على هذا الاساس نظرا للفتاوت الكبير في الصفات الاخرى التي يجب اخذها في الاعتبار. فالخواص الفيزيائية لانواع الوقود (صلب، سائل، غاز) وتركيبها الكيماوي (نسبة الكبريت والمعادن الاخرى) تحتم وجود اختلافات كبيرة في الاسعار. وهناك كذلك عوامل اخرى مثل تكاليف التخزين والتحضير ومقدار التلوث المتوقع وكفاءة التحويل (حجم معامل التحويل) عند الاستخدام. ولكن مع وجود هذه التحفظات يعتبر مقياس المحتوى الحراري معيارا تقريبا مناسباً وخصوصا لمقارنة النفط والغاز والفحم في الاستخدامات المختلفة كإنتاج الكهرباء.

ونستعرض فيما يلي خمسة امثلة لتوضيح كيفية استخدام الجدولين (٣ - ١) و(٣ - ٢) للتحويل من مصدر طاقة الى اخر وتحديد سعر تقريبي لمصدر باستخدام الاسعار السائدة لمصدر اخر، مع ملاحظة ان جميع هذه الامثلة تعتمد على مفهوم المحتوى الحراري لاجراء هذه المقارنات.

جدول (٣ - ١) : جدول تحويل الوحدات القياسية لمصادر الطاقة المختلفة.

١	برميل نفط (واحد)	= ٤٢ جالوناً امريكياً	= ٣٥ جالوناً امبراطورياً
٢	١٠ براميل نفط	= ١٤٠ طن نفط	= ٥٤ مليون وحدة حرارية BTU
٣	١٠٠٠ برميل نفط / يوم	= ٥٠ ألف طن نفط / السنة	= ٢٠ مليون وحدة ثرم / السنة
٤	طن نفط (واحد)	= ٧٣٣ برميل نفط	= ٣٩ مليون وحدة BTU
٥	١٠٠٠ طن نفط	= ٢٥٠ ألف جالوناً امبراطورياً	= ٣١٠ آلاف جالوناً امريكياً
٦	مليون طن نفط		= ١٦٧ رليون متر ^٣ غاز طبيعي
٧	مليون طن نفط / السنة	= ٢٠ ألف برميل نفط / اليوم	= ١٥ مليون طن فحم / السنة
٨	واحد متر ^٣ غاز طبيعي	= ٩٠٠٠ كيلو كالوري	= ٣٥ قدم ^٣ غاز طبيعي
٩	١٠٠٠ قدم ^٣ غاز طبيعي	= ١٠ وحدات ثرم	= ٢٨ متر ^٣ غاز طبيعي
١٠	مليون قدم ^٣ غاز طبيعي / اليوم	= ٧ آلاف طن غاز مسال / السنة	= ١٠ مليون متر ^٣ غاز / السنة
١١	طن غاز طبيعي مسال	= ١٥ برميل غاز مسال	= ١٦ برميل نفط
١٢	طن غاز طبيعي مسال	= ٧٧ قدم ^٣ غاز مسال	= ٥٠٠ متر ^٣ غاز طبيعي
١٣	مليون قدم ^٣ غاز الميثان	= ٢٤٥ طن زيت الوقود	
١٤	مليون طن فحم	= ٢٥٠ مليون وحدة ثرم	= ٦٧ رليون طن نفط
١٥	طن واحد فحم	= ٧٥٠ متر ^٣ غاز طبيعي	
١٦	١٠٠ ألف وحدة حرارية BTU	= وحدة ثرم	
١٧	مليون وحدة حرارية BTU	= ٢٥٠ مليون كالوري	

المصدر: حقائق وارقام، نظرة احصائية مقارنة، منظمة الاوبك، ١٩٨٤، مترجم.

ملاحظة:

طن = طناً مترياً، بليون = (١٠)، النفط = ١٠ آلاف كيلو كالوري / كيلوجرام،
الغاز الطبيعي = ٩ آلاف كيلو كالوري / متر^٣.

جدول (٣ - ٢) : التكافؤ بين مصادر الطاقة المختلفة.

لتحويل						تكافؤ من حيث المحتوى الحراري بالكالوري
من	الى	فحم	نفط	نفط	غاز طبيعي	الكهرباء
اضرب في الأرقام ادناه						
فحم: (١٠٠٠ طن متري)	١٠٠	٠٧٠	٤٩٠	٠٧٨	٠٨٤	٨١٤
نفط: (١٠٠٠ طن متري)	١٤٣	١٠٠	٧٠٠	١١١	١٢٠	١١٦٣
نفط: (١٠٠٠ برميل)	٢٠٤	١٤٣	١٠٠	١٥٩	١٧٢	١٦٦
نفط: (مليون لتر)	٢٩	٩٠	٣٠	١٠٠	١٠٨	١٠٤٧
غاز طبيعي: (مليون متر مكعب) أو (بليون لتر)	١٩	٨٣	٥٨	٩٢	١٠٠	٩٦٥
الكهرباء: (بليون واط ساعة)	٢٣	٨٦	٦٠	٩٥٥	١٠٤	١٠٠

المصدر: حقائق وأرقام: نظرة احصائية مقارنة، منظمة الأوبك، ديسمبر ١٩٨٤، مترجم.

مثال (١) : احسب مقدار الوحدات البريطانية (ب ت يو) الموجودة في ٢٥٠ طناً من النفط الخام ؟ ثم احسب كمية الفحم بالاطنان المكافئة لهذه الكمية من النفط؟

الجواب : من جدول (٣ - ١) يتضح ان الطن الواحد من النفط الخام يحوي ٣٩ مليون وحدة (ب ت يو)، لذلك فان :

المحتوى الحراري للمقدار ٢٥٠ طناً من النفط = ٣٩×٢٥٠ مليون ب ت يو

= ٩٧٥٠ مليون ب ت يو

لمعرفة كمية الفحم المكافئة لهذه الكمية من النفط، نستخدم جدول (٣ - ٢) حيث يتضح أن:

$$\begin{aligned} 1000 \text{ طن نفط تكافئ } 1.43 \times 1000 \text{ طن فحم} \\ \text{أو طن نفط يكافئ } 1.43 \text{ طن فحم} \\ \text{وبذلك فإن } 250 \text{ طنا تكافئ } 250 \times 1.43 \text{ طن فحم} \\ \text{أو } 250 \text{ طنا تكافئ } 357.5 \text{ طن فحم.} \end{aligned}$$

مثال (٢) : احسب مقدار وحدات (ب ت يو) المخزونة في جالون اميركي من النفط؟ ما هو الجواب بالوحدات الفرنسية او الكالوري؟

الجواب : من جدول (٣ - ١) : ١٠ براميل نفط تحوي ٥٤ مليون (ب ت يو) لذلك فان برميل نفط يحوي ٤.٥ مليون (ب ت يو) وحيث ان برميل نفط = ٤٢ جالونا اميركيا اذا ٤٢ جالون نفط تحوي ٤.٥ مليون (ب ت يو) أو الجالون الاميركي يحوي (٤.٥ مليون) ÷ (٤٢) = ١٢٨ مليون (ب ت يو) لتحويل الجواب الى وحدات كالوري، نبدأ بالعلاقة بين الكالوري و(ب ت يو).

من جدول (٣ - ١) : مليون (ب ت يو) = ٢٥٠ مليون كالوري اذا ١٢٨ مليون (ب ت يو) = ١٢٨ × ٢٥٠ مليون كالوري = ٣٢ مليون كالوري اذا جالون واحد من النفط الخام يحوي ٣٢ مليون كالوري .

مثال (٣) : ما هو مقدار الغاز الطبيعي باللترات المعادل لمقدار من النفط يساوي ٥٠ ألف برميل؟

الجواب : من الجدول (٣ - ٢)، نرى ان بليون لتر غاز طبيعي تكافئ ٨.٥ × ١٠٠٠ برميل نفط

بضرب الطرفين في المقدار $(50 \div 58)$ نحصل على الآتي :
 $(50 \div 58)$ بليون ليتر غاز يكافئ $(50 \div 58) \times 1000$
 برميل نفط أو ٨٦٢ بليون ليتر غاز يكافئ ٥٠ الف برميل نفط .

مثال (٤) : احسب تكلفة كيلوات - ساعة من الكهرباء اذا علمت ان سعر النفط يساوي ٢٧ دولارا/برميل وذلك لحالتين : الاولى بافتراض ان معامل التحويل من النفط الى الكهرباء يساوي ١٠٠٪ والثانية بافتراض ان معامل التحويل يساوي ٢٥٪؟
 الجواب : الحالة الاولى (معامل التحويل = ١٠٠٪)

من جدول (٣ - ٢) : ١٠٠٠ برميل نفط تكافئ ١٦٦ بليون وات/ساعة

بقسمة الطرفين على ١٠٠٠ نحصل على :

برميل نفط يكافئ ١٦٦ مليون وات/ساعة

حيث ان المليون = ١٠٠٠ كيلو

إذاً، برميل نفط يكافئ ١٦٦٠ كيلوات/ساعة

وبما ان معامل التحويل = ١٠٠٪

فان تكلفة ١٦٦٠ كيلوات/ساعة = ٢٧ دولارا

وتكلفة كيلوات/ساعة (واحدة) = $27 \div 1660 = 0.16$ دولارا

أو = ١٦ سنت

الحالة الثانية (معامل التحويل = ٢٥٪)

من الجزء الاول : برميل نفط يكافئ ١٦٦٠ كيلوات/ساعة

ولكن بسبب عدم كفاءة التحويل فان ٢٥٪ من المحتوى

الحراري فقط يستغل .

إذاً تكلفة ٢٥٪ (١٦٦٠) كيلوات/ساعة = ٢٧ دولارا

أو تكلفة ٤١٥ كيلوات/ساعة = ٢٧ دولارا

لذلك فان تكلفة كيلوات / ساعة (واحدة) = ٢٧ دولارا ÷ ٤١٥
= ٠.٦٥ دولار
أو = ٦٥ سنت

مثال (٥) : باستخدام المحتوى الحراري اساسا للمقارنة، ما هي قيمة ١٠٠٠ قدم^٣ من الغاز الطبيعي، اذا علمت ان سعر النفط يساوي ٢٨ دولارا/برميل؟

الجواب : من جدول (٣ - ١): ١٠٠٠ قدم^٣ غاز طبيعي تكافئ ١٠ وحدات
ثرم

وحيث ان وحدة ثرم = ١٠٠ الف وحدة (ب ت يو)
اذا ١٠٠٠ قدم^٣ غاز طبيعي تكافئ مليون وحدة (ب ت يو)
أيضا من الجدول (٣-١): ١٠ براميل نفط تكافئ
٥٤ مليون وحدة ب. ت. يو

إذا برميل نفط يكافئ ٥٤ مليون وحدة (ب ت يو)
وحيث ان سعر برميل النفط = ٢٨ دولارا
فان تكلفة ٥٤ مليون (ب ت يو) = ٢٨ دولارا
أي ان تكلفة مليون (ب ت يو) = (٢٨ ÷ ٥٤) دولار
= ١٩ر٥ دولار

وحيث ان الغاز الطبيعي يحوي مليون وحدة (ب ت يو)/ ١٠٠٠ قدم^٣
فان تكلفة ١٠٠٠ قدم^٣ = ١٩ر٥ دولار

ج - تقسيم مصادر الطاقة

ان مصادر الطاقة جزء من الموارد الطبيعية الموجودة في الارض . وتختلف هذه الموارد من حيث صفاتها ويمكن تصنيفها الى مصادر طاقة كالفحم والنفط ومصادر اخرى كالمعادن والبيئة والانهار . ويمكننا تقسيمها كذلك الى مجموعات حسب طبيعتها النضوبية ، حيث ان هناك موارد ناضبة واخرى متجددة . والمقصود بالنضوب هو أن الكميات الموجودة من المورد في القشرة الأرضية محدودة وعليه فان استهلاكها يؤدي الى فنائها كلية . أما الموارد المتجددة فان استهلاكها لا يؤدي الى فنائها بسبب وجودها في الطبيعة بشكل مستمر كالرياح وأشعة الشمس وان كانت موجودة بشكل محدود في بعض الأحيان كالشلالات الموجودة في مناطق معينة من العالم . اضافة الى ما سبق فانه بإمكاننا ايضا تقسيم الموارد سواء الناضبة أو المتجددة الى موارد عادية (أو تجارية) لكونها مستخدمة حاليا بشكل تجاري وأخرى غير عادية (أو مستقبلية) لعدم امكانية استخدامها حاليا بسبب عدم توافر التكنولوجيا أو ارتفاع تكاليفها مقارنة مع الموارد الأخرى المتوفرة . ولكن من المحتمل استخدام الموارد المستقبلية مع مرور الزمن بعد ان يتم تطويرها واثبات جدواها الاقتصادية . بالاضافة الى هذين الصنفين من الموارد هناك الموارد التقليدية ، وهي الموارد المستخدمة في الدول النامية للأغراض غير الصناعية . وتمثل هذه الموارد نسبة كبيرة من استهلاك هذه الدول من موارد الطاقة ولكنها في طريقها الى الزوال مع ازدياد التحضر وتحول هذه المجتمعات نحو موارد الطاقة التجارية . ويوضح الشكل (٣-١) التصنيفات المختلفة لمصادر الطاقة .

ولعل من المناسب قبل الانتقال للحديث عن مصادر الطاقة المختلفة التطرق الى مفهوم احتياطي الطاقة من خلال توضيح كيفية تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة .

شكل (٣ - ١) : تصنيف مصادر الطاقة

(Natural Resources)

الموارد الطبيعية

(Other)

اخرى

(Energy Sources)

مصادر طاقة

(Un- Conventional Sources) مصادر غير عادية (مستقبلية)

(Conventional Sources) مصادر عادية (تجارية)

(Traditional Sources) مصادر تقليدية

الاحشاب وروث الحيوانات

مصادر متجددة

مصادر ناضبة

مصادر متجددة

مصادر ناضبة

(Renewable Sources)

(Non - Renewable Sources)

(Renewable Sources)

(Non - Renewable Sources)

أ- الطاقة الشمسية المباشرة

أ- الوقود الأحفوري

أ- الطاقة المائية

أ- الوقود الأحفوري

(Direct Solar Energy)

(Fossil Fuels)

(Hydropower)

(Fossil Fuel)

- التحميل الحراري

- النفط الثقيل

- النفط الثقيل

- النفط الثقيل

(Thermal Conversion)

(Heavy Oil)

(Natural Gas)

(Coal)

- التحميل الكهروضوئي

- نفاط الصخور الزيتية (السجيل)

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Photoelectric Conversion)

(Shale Oil)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

ب- الطاقة النفسية غير المباشرة

نفاط رمال القار

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Indirect Solar Energy)

(Tar Sands)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

طاقة الرياح

- الغاز الطبيعي غير المألوف

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Wave Energy)

(Un- Conventional Natural Gas)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

طاقة المحيطات

ب- الوقود النووي الاندماحي

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Ocean Energy)

(Nuclear Fusion Fuels)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

طاقة عضوية

- الديوتريوم

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Biomass Energy)

(Deuterium)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

طاقة المد والجزر

- الليثيوم

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(Tidal Energy)

(Lithium)

(Geothermal Power)

(Nuclear Fission Fuel)

ح- الهيدروجين

- الليثيوم

ب- الطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية)

ب- الوقود النووي الانشطاري

(ج - ١) تصنيف مخزون مصادر الطاقة الناضبة :

يمكن القول بشكل عام ان كلمة الاحتياطي (Reserve) في السابق لم تكن تدل على المقادير من الموارد الطبيعية التي يعرف وجودها بدقة، حيث وجدت اسباب عديدة جعلت ارقام الاحتياطي تتسم بالتغير ويسودها نوع من الغموض. كانت هذه الاسباب نابعة من، أولا: عدم اتفاق الجهات المختلفة المعنية بتقدير كميات الموارد على تعريف موحد لكلمة الاحتياطي مما جعل لهذه الكلمة معاني مختلفة من منطقة الى أخرى. ثانيا: اعتماد ارقام الاحتياطي على المعلومات الجيولوجية مما جعلها عرضة للشك بسبب طبيعة علم الجيولوجيا واعتمادها على التقديرات. ثالثا: اعتماد مفهوم الاحتياطي على الظروف الاقتصادية والتكنولوجية السائدة وتغير هذه الظروف بشكل كبير من فترة الى أخرى.

ولكن بسبب الخطوات التي اتبعتها بعض المؤسسات العالمية لتوحيد المصطلحات المستخدمة في تصنيف احتياطيات الموارد الطبيعية الناضبة وخصوصا المعادن والوقود الأحفوري بأنواعه، أصبح هناك نوع من الاتفاق على معاني التصنيفات المختلفة.

وعموما، هناك ثلاث خواص رئيسية ينبغي أخذها في الاعتبار عند تعريف الأصناف المختلفة من مخزون مورد ناضب، وهي مدى المعرفة الجيولوجية (الحدوث)، الجدوى الاقتصادية (الاقتصادية)، وأخيرا مدى توافر التكنولوجيا لاستغلال المورد (التقنية). ويمكن على اساس هذه العوامل تصنيف مخزون الموارد الطبيعية الناضبة الى ثلاثة اصناف رئيسية كما هو موضح في جدول (٣ - ٣)، وهي كالآتي :

الصف الأول : الاحتياطيات المؤكدة القابلة للاسترداد

(Proved Recoverable Reserves)

ويحوى هذا الجزء الكميات من المورد التي توجد عنها معلومات جيولوجية دقيقة مبنية على مسوحات مكتملة بالإضافة الى توافر التكنولوجيا الضرورية والجدوى

الاقتصادية لانتاج هذه الكميات في الوقت الحاضر وتحت الظروف الاقتصادية السائدة .

جدول (٣ - ٣) : المصطلحات المستخدمة في تصنيف مخزون الموارد الطبيعية .

الصفات			الصنف
التكنولوجيا	الاقتصادية	الحدوث	
متوافرة حاليا	مستوى التكلفة الحالية	معروف	الاحتياطيات المؤكدة (Proved Reserves)
متوافرة حاليا ومستقبليا	مستوى تكلفة معينة	معروف + غير معروف	الموارد الاضافية (Additional Resources)
متوافرة أو غير متوافرة	التكلفة غير مهمة	معروف + غير معروف	المصادر (Resource Base)

المصدر: Natural Resource Economics, Charles Howe, 1979, Page 1979.

وتشكل هذه الكمية عادة نسبة معينة من الاحتياطي المعروف في منطقة ما بناء على المعلومات المستقاة من المسوحات الجيولوجية الدقيقة . وتختلف هذه النسبة من مورد الى آخر تبعاً لتفاوت نسبة الاسترداد . ففي حين تبلغ نسبة الاسترداد من الغاز الطبيعي حوالي ٨٠-٩٠٪ من الاحتياطي المعروف فإن تلك النسبة لا تكاد تبلغ ٤٠-٥٠٪ للنفط الخام . هذا ومن الممكن رفع نسبة الاسترداد من خلال اتباع خطوات اضافية في مرحلة الانتاج . ويشار الى الاحتياطيات المؤكدة القابلة للاسترداد بالاحتياطيات المؤكدة فحسب .

الصنف الثاني : الموارد الاضافية (Additional Resources)

تشمل الموارد الاضافية الكميات الاضافية من المورد سواء المعروفة بدقة أو التي يتوقع وجودها بمقدار معين من الثقة والتي تعتبر ذات جدوى اقتصادية عند

مستوى تكلفة معينة وتكون التكنولوجيا الضرورية لاستغلالها معروفة ومتوافرة حاليا ومستقبلا .

الصنف الثالث : المصادر (Resource Base)

يتضمن هذا الصنف الكميات من الموارد المتواجدة طبيعيا في القشرة الأرضية المعروفة والافتراضية التي هي ذات قيمة اقتصادية حاليا أو التي يمكن افتراض تحقق قيمتها الاقتصادية مستقبلا . ويمكن اعتبار هذا المفهوم جيولوجيا صرفا لا يرتبط بمقياس زمني أو بالتعقيدات التكنولوجية .

يتضح مما ذكرنا سابقا أن مقادير الاحتياطيات المؤكدة من الموارد غير ثابتة لاعتمادها على عدة عوامل قد تتغير من فترة الى أخرى . فعلى سبيل المثال ، تزداد كمية الاحتياطي المؤكد بزيادة الثقة في المعلومات الجيولوجية الناتجة من المسوحات أو بسبب زيادة الأسعار السائدة للمورد وأخيرا نتيجة لتقدم التكنولوجيا المستخدمة في الإنتاج .

هذا ويستطرق لاحتياطيات مصادر الطاقة الناضبة غير العادية والتي تم تصنيفها الى احتياطيات معروفة (Known) وأخرى محتملة (Probable) في الجزء (ج - ٣) . ونكتفي هنا بالتنويه الى أن النوع الأول يشير الى الكميات المعروفة وجودها وتتوافر المعلومات الجيولوجية الكافية عنها ، في حين يعتمد النوع الثاني على المسوحات الجيولوجية غير الكاملة ويشمل عادة المقادير الإضافية من المورد ذات الجودة المنخفضة . ولكن في كلتا الحالتين لا تعتبر هذه الاحتياطيات مؤكدة لعدم توافر أحد الشروط الأساسية وهو الجدوى الاقتصادية في الوقت الحاضر وتحت الظروف التكنولوجية السائدة .

(ج - ٢) مصادر الطاقة التجارية (العادية) :

(Conventional Energy Sources)

سبق وأن أشرنا الى أن هذه المصادر تتميز بانتشار استخداماتها بشكل تجاري في العالم وخاصة في اشباع احتياجات الدول المتقدمة صناعيا من الطاقة الأولية ،

بالإضافة الى احتياجات القطاعات الصناعية الحديثة في الدول النامية . ومن المتوقع ان تستمر هذه المصادر في اشباع الطلب على الطاقة في المدى القصير والمتوسط .

وتنقسم هذه المصادر الى صنفين رئيسيين (كما هو موضح في شكل ٣-١) هما المصادر الناضبة العادية والمصادر المتجددة العادية . ونستعرض فيما يلي كل مجموعة بشيء من التفصيل .

أولا : المصادر الناضبة العادية : (Conventional Non-Renewable Sources)

تتسم هذه المصادر بمحدودية الكميات الموجودة منها في الطبيعة وفنائها عند الاستخدام . وتنقسم هذه المصادر بحسب طبيعتها الجيولوجية الى قسمين رئيسيين ، أولا ، الوقود الأحفوري (Fossil Fuel) الذي يشمل الفحم والنفط والغاز الطبيعي والصخور الزيتية ورمال القار والغاز الطبيعي من التكوينات الجيولوجية غير العادية . وتتميز هذه المصادر بتشابه تركيبها الكيماوي لكونها جميعا من أصل هيدروكربوني واحد ولكنها تختلف من حيث خواصها الطبيعية . ونكتفي في هذا الجزء باستعراض الفحم والنفط والغاز الطبيعي لكونها مصادر طاقة تجارية في حين نؤجل الحديث عن الأصناف الأخرى الى الجزء المتعلق بالمصادر غير العادية . أما القسم الثاني من المصادر الناضبة العادية فيشمل الوقود النووي الانشطاري وبالذات معدني اليورانيوم والثوريوم .

نتناول في بقية هذا الجزء كل مصدر من المصادر الناضبة العادية بشكل مستقل وبالتفصيل حيث نستعرض احتياطيات واصناف كل مصدر بالإضافة الى التوزيع الجغرافي للاحتياطيات حسب المجموعات الدولية وحسب أهم الدول . وسوف نستعين في دراستنا هذه بالبيانات الشاملة التي نشرها مؤتمر الطاقة العالمي (World Energy Conference) المنعقد في سنة ١٩٨٠ بالإضافة الى البيانات الحديثة التي نشرتها المؤسسات والهيئات الأخرى وذلك في حالة توافرها بشكل ملائم .

الفحم : (Coal)

وهو مادة صلبة أصلها نباتي تكونت بسبب تعرض النباتات المدفونة في باطن الأرض في الأزمنة الغابرة لظروف معينة من ضغط وحرارة لمدة طويلة من الزمن . وقد أدى ذلك الى تصلبها وتحللها الكيماوي الى ذرات كربون مع مقادير متفاوتة من مركبات اخرى كالهيدروجين والاكسجين والنيتروجين والكبريت .

وتتواجد في الطبيعة أصناف مختلفة من الفحم تبعا لعمر المادة المتكونة أي فترة بقائها تحت سطح الأرض . فهناك الفحم الأولي (Peat) الذي يعتبر من أرق الأنواع وأقصرها عمرا . ويتميز هذا الصنف بانخفاض محتواه الحراري وارتفاع نسبة الرطوبة فيه . أما الأنواع الأخرى الأطول عمرا بالترتيب فهي اللغيت (Lignite) والبتيومينس (Bituminous) وأخيرا الانثراسيت (Anthracite) الذي يعتبر أقدمها وأقلها احتواء للرطوبة . ويوضح جدول (٣-٤) الخواص المختلفة لأصناف الفحم . من الواضح أن هناك تفاوتاً كبيراً بين المحتوى الحراري لهذه الأصناف ،

جدول (٣ - ٤) : اصناف الفحم وخواصها الكيماوية

المحتوى الحراري القد ب/كجم	المكونات (%) ^(١)			الرطوبة %	الصنف
	الاكسجين	الهيدروجين	الكربون		
٢١٩١ - ١٦٥٥	٤٥ - ٢٠	٦٨ - ٣٥	٦٠ - ٤٥	٩٠ - ٧٠	الفحم الأولي
٢٨٦٠ - ٢٦٤٤	٣٥ - ١٧	٥٥ - ٤٥	٧٥ - ٦٠	٥٠ - ٣٠	اللغيت
٣٥٢٠ - ٢٧٧٧	٢٠ - ٣	٥٦ - ٤	٩٢ - ٧٥	٢٠ - ١	البتيومينس ^(٢)
٣٥٢٠ - ٣٣٧٩	٣ - ٢	٤ - ٢٩	٩٥ - ٩٢	٣٥ - ١٥	الانثراسيت

المصدر: Energy: Crisis or Opportunity, An Introduction to Energy Studies,

Diana Schumacher, McMillan Publishers Ltd, London, 1985, Page 76.

ملاحظات: (١) المكونات محسوبة على اساس الوزن بعد التجفيف والتنظيف .

(٢) تم تحويل المحتوى الحراري من ب ت يو/ رطل الى ب ت يو/ كيلوجرام .

(٣) يتم في معظم الأحيان تقسيم صنف البتيومينس الى نوعين كما هو موضح في جدول الاحتياجات (انظر جدول ٣ - ٥)

حيث يحوى صنف الانثراسيت على اكثر من ضعف المحتوى الحراري للفحم الأولي للوحدة الوزنية . وعادة ما يشار الى صنفى الانثراسيت والبيتومينس بالفحم الصلب أو الحجري (Hard Coal) في حين يطلق على الأصناف الأخرى تسمية الفحم اللين .

ولتوضيح المقادير المتوافرة من الفحم بأصنافه المختلفة نستعرض جدول (٣-٥) الذي يصنف الكميات على اساس احتياطي مؤكد وموارد اضافية . من الملاحظ ان الفحم الصلب يشكل النسبة العظمى (٧٠.٤٪) من مجمل الاحتياطي المؤكد في حين تشكل الأصناف الأخرى ما نسبته ١٦.١٪ للبيتومينس الأدنى

جدول (٣ - ٥) : احتياطيات الفحم حسب انواعه في العالم ، ١٩٧٩ .
(بليون برميل مكافئ نفط)

التصنيف	الانثرايسيت والبيتومينس		البيتومينس الأدنى		للغنيث		الفحم الأولي		الجبس	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
الاحتياطي المؤكد	٢٤٨٦٥	٧٠.٤	٥٦٨٠	١٦.١	٤٤٨٥	١٢.٧	٢٩٥	٨	٣٥٢٨٦	١٠٠
الموارد الاضافية	٣١٣٦٣.٢	٦١.٠	١٥٢٢٧.١	٢٩.١	٤٣١٨.١	٨.٤	٥١٥.٦	١.٠	٥١٤٢٤.٠	١٠٠
المجموع	٣٣٨٤٩.٧	٦١.٦	١٥٧٩٥.٢	٢٨.٢	٤٧٦٦.٦	٨.٧	٥١٥.٦	١.٠	٥٤٩٥٢.٠	١٠٠

المصدر : World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980,

Munich, September 1980 Survey of Energy Resources.

ملاحظة : يصنف الفحم في هذا الجدول الى اربعة انواع مع ملاحظة تقسيم صنف البيتومينس الى قسمين - احدهما مشابه للانثراسيت والآخر أقل قيمة منه .

(Sub-Bituminous) و١٢.٧٪ للغنيث وأخيرا ٨.٠٪ للفحم الأولي . أي أن العالم يمتلك مقدارا كبيرا من اصناف الفحم المفضلة (ذات المحتوى الحراري المرتفع) مقارنة بالأصناف الرديئة . أما الموارد الاضافية من الفحم فانها تشكل مخزونا هائلا

من الطاقة وتحتل الاصناف المفضلة الثلاثة أعلاه فيها ما نسبته ٦١٪ و ٢٩٦٪ و ٨٤٪ بالترتيب من المجموع .

ويبين جدول (٣-٦) التوزيع الجغرافي لهذه المقادير الهائلة من الفحم . يتضح من ارقام الجدول مدى تركيز الاحتياطيات المؤكدة من الفحم ، حيث تمتلك كل من امريكا والاتحاد السوفيتي ما نسبته ٢٨٩٪ و ٤٩٢٪ على التوالي من الاجمالي ، بينما تمتلك اوروبا ٢٠٪ وآسيا ١٦٧٪ . وتركز الموارد الاضافية من الفحم بشكل رئيسي في الاتحاد السوفيتي (٤٤٢٪) وامريكا (٢٩٤٪) في حين تحوز آسيا على حصة تعادل ١٤٤٪ .

ولقارنة توزيع مصادر الفحم حسب المجموعات السياسية ، نلاحظ ان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) تستحوذ على ٤٥٨٪ من الاحتياطيات المؤكدة في حين تشكل نسبة مجموعة الدول الاشتراكية (CPE) حوالي ٣١١٪ . أما دول اوروبا الغربية (المجموعة الاوروبية) فتمتلك ما نسبته ١١٧٪ من اجمالي الاحتياطيات المؤكدة في العالم . ولا تحوز دول الأوبك إلا على مقدار ضئيل جدا من الاحتياطي العالمي لا يتعدى ٤١٪ .

ولا تختلف الصورة عند النظر الى الموارد الاضافية حيث ان الدول الصناعية الغربية والشرقية تمتلك فيما بينها الجزء الأهم من هذه الموارد . لذلك فانه يمكننا القول بأن احتياطيات الفحم المؤكدة والاضافية تتركز بشكل أساسي في الدول الصناعية المتقدمة مع وجود مقادير ضئيلة في أجزاء العالم الأخرى .

للتعرف على توزيع احتياطيات الفحم حسب أهم الدول وحصة كل دولة الى اجمالي احتياطي العالم ، يرجع الى جدول (٣-٧) ، حيث تظهر الارقام مدى تركز احتياطيات الفحم في عدد صغير من الدول . فالدول الثلاث العظمى وهي الولايات المتحدة وروسيا والصين مجتمعة تمتلك حوالي ٦٦٪ من اجمالي

جدول (٣ - ٦) : الاحتياطيات المعروفة من الفحم في العالم، ١٩٧٩ و١٩٨٥^(١).

(بليون برميل مكافئ نفط)

الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٥)		الموارد الإضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		المنطقة
%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	
٦ر٢	٣٠٠ر٨	١ر٥	٧٤٥ر٧	٤ر٧	١٦٥ر٣	افريقيا
٢٨ر٢	١٣٦٧ر٨	٢٩ر٤	١٥١١٨ر١	٢٨ر٩	١٠١٩ر١	امريكا
١٢ر٣	٥٩٦ر٢	١٤ر٤	٧٤٠١ر٨	١٦ر٧	٥٩١ر٠	آسيا
٢٥ر٣	١٢٢٦ر٨	٤٤ر٢	٢٢٧٥٢ر٥	٢٤ر٤	٨٦٠ر٨	الاتحاد السوفيتي
١٧ر١	٨٣١ر٤	٤ر٤	٢٢٨١ر٥	٢٠ر٠	٧٠٦ر٥	اوروبا
٧ر٠	٣٤٢ر٣	٦ر١	٣١٢٤ر٤	٥ر٣	١٨٥ر٣	اوقيانوسيا / استراليا
١٠٠ر٠	٤٨٥٨ر٦	١٠٠ر٠	٥١٤٢٤ر٠	١٠٠ر٠	٣٥٢٨ر٦	العالم
		٣ر٣	١٧٢٠ر٠	١١ر٧	٤١٢ر٨	للمجموعة الأوروبية (EEC)
		٣٨ر٥	١٩٨٠٥ر٣	٤٥ر٨	١٦١٦ر٢	منظمة التعاون (OECD)
		٤٥ر٣	٢٣٢٨٣ر٤	٣١ر١	١٠٩٧ر٥	مجموعة كوميكون (COMECON)
		٢ر٥	١٢٨٥ر٨	٣ر٨	١٣ر٢	الدول النامية (LDC)
		٠ر٢	١١٩ر٦	٠ر١	٤ر١	الأوبك (OPEC)

المصدر: World Energy Conference 1980 Survey of Energy Resources, Munich, September 1980.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة: تم تحويل المقادير من بليون طن مكافئ الى بليون برميل مكافئ نفط باستخدام معامل التحويل واحد طن مكافئ نفط = ١٤٤ طن مكافئ فحم وطن نفط = ٧ر٣٣ برميل نفط، أي ان طن واحد مكافئ فحم = ٥ر٠٩٠٣ برميل نفط مكافئ.

جدول (٣ - ٧) : احتياطات الفحم المؤكدة والاضافية
حسب أهم الدول، ١٩٧٩ - ١٩٨٥.
(بليون طن فحم)

الدولة	الاحتياطات المؤكدة (١٩٧٩)		الواردات الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطات المؤكدة (١٩٨٥)	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
الولايات المتحدة	١٩٠ر٩	٢٧ر٥	٢٥٢٩ر١	٢٥ر٠	٢٥٧ر٠	٢٦ر٩
روسيا	١٦٩ر١	٢٤ر٤	٤٤٧ر٠	٤٤ر٢	٢٤١ر٠	٢٥ر٢
الصين	٩٩ر٠	١٤ر٣	١٣٣٩ر٨	١٣ر٣	٩٩ر٠	١٠ر٤
بريطانيا	٤٨ر٦	٧ر٠	٢٠٢ر٢	٢ر٠	١٠ر٧٥	١ر١
بولندا	٢٧ر٠	٣ر٩	٨٤ر٠	٠ر٨	٣٩ر٠	٤ر١
استراليا	٣٦ر٣	٥ر٢	٦١ر٢	٠ر٦	٦٧ر١٥	٧ر٠
جنوب افريقيا	٢٥ر٣	٣ر٦	٣٣ر٧	٠ر٣	٥١ر٩	٥ر٤
المانيا الغربية	٣٥ر٠	٥ر٠	١٨ر٦	٠ر٢	٦٥ر١	٦ر٨
الهند	١٣ر١	١ر٩	٩١ر٢	٠ر٩	١٤ر٢	١ر٥
كندا	٤ر٦	٠ر٧	٤٠٣ر٩	٤ر٠	٥ر٩	٠ر٦
يوغسلافيا	٨ر٧	١ر٣	٢ر٠	٠ر٠	-	-
المانيا الشرقية	٧ر٥	١ر١	٠ر٥	٠ر٠	٢٥ر٠	٢ر٦
العالم	٦٩٣ر٢	١٠٠	١٠١٠٢ر٤	١٠٠	٩٥٤ر٥	١٠٠ر٠

المصدر : World Energy Supply: Resources, Technologies, Perspectives,

Manfred Grathwohl, Page 80, Table (3-6). Based on World Energy

Conference 1980: Survey of Energy Resources. Munich, Sept. 1980.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة : (١) لتحويل وحدات بليون طن فحم الى بليون برميل مكافئ نפט استخدم الآتي :

طن مكافئ نפט = ١ر٤٤ طن فحم، طن نפט = ٧ر٣٣ برميل .

(٢) يعطي المصدر المذكور الاحتياطات المؤكدة والموارد الاضافية لكل صنف على

حالة بينما تم تجميعها في الجدول أعلاه لتبسيط المقارنة .

(٣) (-) تعني غير متوافر.

الاحتياطيات المؤكدة في العالم وحوالي ٨٢.٥٪ من الموارد الاضافية . أضيف الى ذلك فان أهم اثنتي عشرة دولة (المذكورة في الجدول) تمتلك ٩٦٪ و ٩١٪ من الاحتياطيات المؤكدة والموارد الاضافية على التوالي . وللتعرف على توزيع انتاج الفحم بأصنافه المختلفة في أهم الدول نستعرض جدول (٣-٨) الذي يبين حجم الانتاج وعمر الاحتياطي لأهم تسع دول منتجة للفحم . ويتبين من الجدول ان اهم ثلاث دول تنتج اكثر من ٧٠٪ من اجمالي الانتاج العالمي من الفحم الصلب الذي بلغ (عام ١٩٧٩) ٢٥٦٦٨ طن فحم (حوالي ٣٦ مليون برميل مكافئ نفط / اليوم) في حين بلغ انتاج الدول الأخرى من الفحم الصلب ما نسبته حوالي ٣٪ لكل منها ما عدا بولندا التي أنتجت ما يقارب ٧٪ من اجمالي الانتاج العالمي . ويتضح اعتمادا على حجم الانتاج العالمي في سنة ١٩٧٩ أن عمر الاحتياطي المؤكد من الفحم الصلب يبلغ ١٩٠ سنة ، في حين يتفاوت هذا الرقم من دولة الى اخرى حيث يبلغ اقصاه في بريطانيا (٣٧٠ سنة) وأدناه في الهند (١٢٠ سنة) . أما الفحم اللين فان انتاجه سنة ١٩٧٩ كان متركزا في اربع دول فقط هي الولايات المتحدة وروسيا واستراليا والمانيا الغربية . ويبلغ عمر الاحتياطي من الفحم اللين على اساس انتاج سنة ١٩٧٩ حوالي ٢٢٦٠ سنة في الولايات المتحدة و ٣٧٠ سنة في الاتحاد السوفيتي و ٣٤٠ سنة في استراليا وأخيرا ٨٠ سنة في المانيا الغربية . هذا وقد بلغ اجمالي انتاج الفحم اللين في سنة ١٩٧٩ حوالي ٩٥١ مليون طن (١٣ر٥ مليون برميل مكافئ نفط) سنة ١٩٧٩ . ولا شك ان ارتفاع معدلات الانتاج من كلا الصنفين مستقبلا سوف يؤدي الى تدني عمر الاحتياطي بشكل كبير وخصوصا في الدول الكبرى .

أما الانتاج العالمي من الفحم سنة ١٩٨٥ فقد بلغ ٣٢٧٠١ مليون طن وصلت حصة كل من الصين والولايات المتحدة فيه حوالي ٢٣٪ و ٢٢٪ على التوالي ، بينما جاءت روسيا في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦٪ . هذا ومن الملاحظ ان انتاج كل من جنوب افريقيا والهند قد ازداد بشكل كبير خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٥ . وأخيرا يتميز استهلاك الفحم في تركزه في مناطق انتاجه ما عدا في عدد محدود من الدول . وتأتي الولايات المتحدة وبولندا وجنوب افريقيا واستراليا في

جدول (٣ - ٨) : احتياطات وانتاج اصناف الفحم
حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و ١٩٨٥ .
(الاحتياطي بليون طن فحم، الانتاج : مليون طن فحم)

الدولة	الانتراسيت والبتومينس			البتومينس الأدنى واللغيت			اجمالي
	الاحتياطي المؤكد	الانتاج ١٩٧٩	عمر الاحتياطي (سنوات)	الاحتياطي المؤكد	الانتاج ١٩٧٩	عمر الاحتياطي (سنوات)	الانتاج ١٩٨٥
الولايات المتحدة	١٠٧٢	٦٤٥٧	١٦٥	٨٣٧	٣٧٠	٢٢٦٠	٧١١٩
الاتحاد السوفيتي	١٠٤٠	٥٥٧٤	١٩٠	٦١٥	١٦٦٢	٣٧٠	٥٢٣٠
الصين	٩٩٠	٦٦٠٠	١٥٠	-	-	-	٧٣٨٠٦
بريطانيا	٤٥٠	١٢١٦	٣٧٠	٣٦	-	-	٨٢٤
بولندا	٢٧٠	٢٠٠٠	١٣٥	-	-	-	٢٠١٠
استراليا	٢٥٤	٨٤٧	٣٠٠	١٠٩	٣٢١	٣٤٠	١١٨١
جنوب افريقيا	٢٥٣	٩٥٥	٢٦٥	-	-	-	١٤٦١
المانيا الغربية	٢٤٠	٩٢٣	٢٦٠	١٠٥	١٣١٣	٨٠	١١٩٢
الهند	١٢٦	١٠٥٠	١٢٠	٠٥	-	-	١٤٦٧
العالم	٤٨٧٧	٢٥٦٦٨	١٩٠	١٩٩٧	٩٥١٠	٢١٠	٣٢٧٠١

المصدر : World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives,

Manfred Grathwohl, Tables (3-5), (3-6) & (3-8), Pages 78, 80 & 83; Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1982.

- BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظات : (١) (-) تعني رقماً صغيراً أو صفراً.

(٢) بلغ اجمالي انتاج الفحم بأنواعه المختلفة سنة ١٩٧٩ في العالم حوالي ٣٧٤٨

مليون طن (حوالي ٥٢ مليون برميل مكافئ نفط / اليوم).

(٣) تبلغ تكلفة انتاج الفحم حوالي ٣٠ دولار/طن في معظم دول العالم ما عدا الولايات المتحدة وكندا حيث بلغت اقل من ١٥ دولار/طن في سنة ١٩٧٩.

(٤) بالنسبة لاجمالي انتاج الدول في سنة ١٩٨٥ فقد تم تحويل الأرقام من طن مكافئ نفط الى طن فحم باستخدام معامل التحويل الآتي : طن نفط = ١.٤٤ طن فحم.

(*) تدل على ان الانتاج كان لسنة ١٩٨٤، حيث لم تتوفر البيانات عن انتاج ١٩٨٥.

طليعة الدول المصدرة للفحم . أما الدول المستوردة للفحم فهي اوروبا الغربية واليابان بشكل رئيسي .

وفىما يتعلق باستخدامات الفحم في الوقت الحاضر فانها تتركز أساسا في انتاج الكهرباء وكوقود في بعض الصناعات الثقيلة كالحديد والصلب وذلك بعد معالجته لانتاج فحم الكوك الذي يتميز بارتفاع محتواه الحراري وخواصه الفريدة لهذه الاستخدامات . كذلك يستخدم الفحم بشكل محدود في انتاج بديل الغاز الطبيعي وكوقود في وسائل النقل وخصوصا القطارات . أما الاستخدامات المستقبلية فهي عديدة نذكر منها الاتي :

١ - انتاج الغاز التركيبي (Synthesis Gas) الذي يتكون أساسا من الهيدروجين وأول اكسيد الكربون ويستخدم في الصناعة .

٢ - انتاج غاز طبيعي اصطناعي (Synthetic Natural Gas) من خلال تسخين الفحم في ظروف معينة .

٣ - انتاج الميثانول (Methanol) باستخدام الغاز الطبيعي الاصطناعي .

٤ - اسالة الفحم (Coal Liquefaction) لانتاج بديل للنفط أو الوقود الصناعي (Synthetic Fuel) الذي يمكن تكريره لانتاج عدد كبير من المنتجات النفطية .

٥ - انتاج غاز الميثان (Methane) مباشرة من مناجم الفحم باستخدام الحرارة العالية . نذكر أخيرا ان طرق تعدين الفحم تختلف تبعا للمناطق التي تتواجد فيها هذه الموارد الا ان هناك طريقتين أساسيتين : الأولى طريقة التعدين السطحي (Surface Mining) ويتم عن طريق رفع التربة واستخلاص الفحم ومن ثم إعادة التربة الى مكانها . وتسمى الطريقة الثانية بالتعدين العميق (Deep - Mining) ويتم من خلال حفر انفاق تحت الارض للوصول الى الفحم لاستخلاصه مع ترك أعمدة ضخمة من الفحم في هذه الانفاق لمنع سقوط السقف .

النفط : (Crude Oil)

يتكون النفط (البترو) من مزيج من سوائل هيدروكربونية تشابه في تركيبها الكيماوي مع الفحم والغاز الطبيعي حيث تحتوي على مركبات الكربون

والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين وأخيرا الكبريت بنسب متفاوتة . ويعتقد أن ظروف تكون النفط كانت متشابهة للأنواع الأخرى من الوقود الاحفوري كالفحم والغاز حيث تعرضت المواد العضوية الناتجة من تحلل النباتات والحيوانات الى ظروف خاصة من ضغط وحرارة في جوف الارض . وتختلف النفوط فيما بينها من حيث صفاتها ونسبة ما تحويه من المركبات المختلفة . وستطرق في الفصل الخامس الى النفط بشيء من التفصيل وخصوصا فيما يتعلق بصفاته وتواجده في الطبيعة وأخيرا كيفية انتاجه .

تركز احتياطيات النفط المؤكدة بشكل أساسي في منطقة الشرق الاوسط كما هو مبين في جدول (٣-٩) حيث يتواجد في هذه المنطقة ٥٧٪ من اجمالي الاحتياطي المؤكد في العالم . وتتوزع الكميات الباقية على المناطق الاخرى في العالم حيث تمتلك دول المعسكر الاشتراكي حوالي ١٤٪ . أما توزيع الموارد النفطية الاضافية فانه يمتاز بتركزه في دول المعسكر الاشتراكي حيث تصل حصتها الى حوالي ٣٠٪ من الاجمالي في حين تمتلك دول الشرق الاوسط حوالي ربع هذه الموارد الاضافية . وتأتي افريقيا في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦٪ .

عند تقسيم العالم الى المجموعات السياسية الاقتصادية المعروفة كما هو موضح ايضا في جدول (٣-٩) نلاحظ أن الدول الاعضاء في الاوبك تمتلك معظم احتياطيات النفط المؤكدة (٦٩٪) . ولا شك ان هذه تشكل نسبة هائلة مقارنة بما تمتلكه المجموعات الاخرى . فالدول الاشتراكية تحوز على ١٤٪ في حين تشكل نسبة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حوالي ٩٪ فقط . وبالنظر الى الموارد الاضافية نلاحظ ان هذا التفاوت في النسب موجود ايضا بالنسبة للمجموعات السياسية ولكن بحد أقل . ففي حين تمتلك دول الاوبك ما نسبته ٣٦٪ من هذه الموارد، نرى ان دول المعسكر الاشتراكي تحوز على ٣٠٪ . وعند النظر الى ارقام الاحتياطيات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ نرى صورة شبيهة لتلك الموضحة سابقا .

يوضح جدول (٣ - ١٠) توزيع الاحتياطي النفطي حسب أهم الدول حيث تأتي المملكة العربية السعودية في مقدمة الدول من حيث الاحتياطيات المؤكدة نظرا لتركز حوالي ربع الاحتياطي العالمي المؤكد فيها في حين يأتي الاتحاد

جدول (٣ - ٩) : توزيع احتياطات النفط المؤكدة والاضافية حسب المناطق السياسية، ١٩٧٩ و١٩٨٦.
(بليون برميل مكافئ نفط)

الاحتياطات المؤكدة (١٩٨٦)		الموارد الاضافية (١٩٧٩)		الاحتياطات المؤكدة (١٩٧٩)		المنطقة
%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	
٨	٥٦٧	١٦	٢٤٩٢	٩	٥٨٩	افريقيا
٥	٣٤٥	١١	١٧٥٩	٥	٣٢٨	امريكا الشمالية
١٢	٨٤٢	٦	٨٨٠	٩	٥٧٠	امريكا اللاتينية
٣	١٨٩	٦	٨٨٠	٣	١٧٥	الشرق الأقصى وآسيا
٥٧	٣٩٨٠	٢٤	٣٨١٢	٥٧	٣٧٤٢	الشرق الأوسط
٤	٢٦٤	٥	٧٣٣	٣	٢٠٠	اوروپا الغربية
١٢	٨١٤	٣٠	٤٦٩١	١٤	٩٣١	دول التخطيط المركزي
-	-	٢	٢٩٣	-	-	القطب الجنوبي
١٠٠	٧٠٠١	١٠٠	١٥٥٤٠	١٠٠	٦٥٣٤	العالم
٨٧	٦٠٩	١٧	٢٥٦٦	٩	٥٤٨	منظمة التعاون الاقتصادي
١٢	٨١٤	٣٠	٤٦٩١	١٤	٩٣١	دول التخطيط المركزي
٦٨	٤٧٥١	٣٦	٥٧١٧	٦٩	٤٥٢٨	دول الأوبك
١١٨	٨٢٧	١٧	٢٥٦٦	٨	٥٢٦	اخرى

المصدر: - World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

- Oil and Gas Journal, April, 1986.

ملاحظة: (١) تم تحويل الأرقام من طن نفط الى برميل نفط باستخدام معامل التحويل طن= ٧ر٣٣ برميل.

(٢) المحتوى الحراري لطن نفط يساوي ٤٢ر٢ بليون جول.

(٣) الاحتياطات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ تمثل ارقام شهريناير ١٩٨٦.

(٤) (-) تعني رقما صغيرا أو صفرا.

جدول (٣ - ١٠) : توزيع احتياطيات النفط حسب أهم الدول، ١٩٧٩

١٩٨٦ .

(بليون برميل نفط)

الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)		الوارد الإضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		المنطقة
%	الكمية ^(١)	%	الكمية	%	الكمية	
٢٤٨١	١٦٨٨	١٥٥	١٤٦٦	٢٥٨	١٦٨٦	السعودية
٨٧	٦١٠	١٦٩	٢٦٢٤	١٠٩	٧١١	روسيا
١٢٨	٨٩٨	٠٨	١٣٢	١٠٢	٦٦٧	الكويت
٦٨	٤٧٩	٤٧	٧٢٦	٩١	٥٩٤	ايران
٦٣	٤٤١	٧٩	١٢٣١	٤٩	٣٢٣	العراق
٤٤	٣١٠	٢٣	٣٥٢	٤٨	٣١٥	الامارات
٧٠	٤٩٣	٣٦	٥٥٢	٤٥	٢٩٧	المكسيك
٤٠	٢٨٠	٧٥	١١٧١	٤٢	٢٧٥	الولايات المتحدة
٣٠	٢١٣	٢١	٣١٩	٣٧	٢٤٢	ليبيا
٢٦	١٨٤	٦٧	١٠٤٨	٣٠	١٩٨	الصين
٣٧	٢٥٦	٠٥	٨٤ ^(١)	٢٩	١٩٢	فنزويلا
٢٤	١٦٦	٢٩	٤٥٢	٢٨	١٨٣	نيجيريا
١٩	١٣٠	١١	١٦٦	٢١	١٤٠	بريطانيا
١٢	٨٥	٣٤	٥٣٢	١٦	١٠٣	اندونيسيا
١٣	٨٨	٢١	٣٢٤	١٣	٨٣	الجزائر
٠٩	٦٥	٤٥	٧٠٠	٠٨	٥٣	كندا
١٦	١٠٩	٣٥	٥٤٦	٠٦	٤٠	النرويج
٠٥	٣٤ ^(١)	١١	١٨	٠٦	٤٠	قطر
٠٦	٣٩	٤١	٢٢٥	٠٥	٣٢	مصر
٠٦	٤٠	٠٣	٤٨	٠٤	٢٥	عمان
٥٦	٣٩٣	١٨٢	٢٨٢٤	٥١	٣٣٥	الدول الأخرى
١٠٠	٧٠٠١	١٠٠	١٥٥٤٠	١٠٠	٦٥٣٤	العالم

- المصدر : World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

- Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة : (١) الأرقام مأخوذة من عدد سنة ١٩٨٣ من المصدر الأول.

(٢) الأرقام مأخوذة من عدد سنة ١٩٨٥ من المصدر الثاني.

(٣) الكميات حسب يناير ١٩٨٦ .

السوفيتي في المركز الثاني بنسبة ١٠ر٩٪. وفيما يتعلق بالموارد الاضافية فانها اقل تركيزا من المؤكدة ولكن السعودية والاتحاد السوفيتي يبقيان في المقدمة لامتلاكهما حوالي ١٥ر٥٪ و١٦ر٩٪ من اجمالي الموارد الاضافية على التوالي. أما بالنسبة لارقام الاحتياطي المؤكد لسنة ١٩٨٦ فانها تختلف عن سنة ١٩٧٩ حيث تأتي الكويت في المرتبة الثانية بعد السعودية نظرا لحدوث اكتشاف نفطي كبير فيها. كذلك فان احتياطيات كل من العراق والمكسيك قد ازدادت بحدة خلال الفترة ذاتها.

وتجدر الاشارة هنا الى أن التوزيع الجغرافي للاحتياطيات النفطية يقع في معظمه داخل الدول النامية وذلك بعكس احتياطيات الفحم التي تتركز أساسا في الدول الصناعية الغربية ودول المعسكر الاشتراكي. كما نشير الى انه عند مقارنة احتياطيات الفحم باحتياطيات النفط تتضح ضخامة الموارد الفحمية المتوافرة في العالم الصناعي مقارنة بالموارد النفطية.

وأخيرا، نشير الى جدول (٣-١١) الذي يوضح انتاج النفط في أهم الدول المنتجة وعمر الاحتياطي المؤكد على اساس معدلات الانتاج سنة ١٩٨٤. من الملاحظ أن انتاج الاتحاد السوفيتي فاق انتاج جميع الدول الاخرى منفردة رغم ان احتياطيهما المؤكد يبلغ أقل من نصف احتياطيات السعودية. كذلك فان الولايات المتحدة انتجت معدلات تعادل انتاج السعودية رغم ان احتياطياتها تعادل أقل من سدس احتياطيات المملكة العربية السعودية. ونتيجة لهذه الكثافة الانتاجية في كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة نلاحظ أن عمر الاحتياطي المؤكد المذكور في كل منها منخفض جدا (١٥ سنة و٩ سنوات على التوالي). وبالمقابل تأتي السعودية والكويت والامارات والعراق وايران في مقدمة الدول بالنسبة لعمر الاحتياطي النفطي المؤكد. هذا ويصل عمر الاحتياطي المؤكد للنفط في العالم الى ٣٤ سنة فقط وذلك بافتراض استمرار معدل الانتاج العالمي عند مستوياته السائدة سنة ١٩٨٤.

الغاز الطبيعي : (Natural Gas)

يتكون الغاز الطبيعي من مزيج من الغازات الهيدروكربونية الاصل المتفاوتة في تعقيد تركيبها الكيماوي . ويشكل غاز الميثان (Methane) المعروف ببساطة تركيبه

جدول (٣ - ١١) : انتاج النفط وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول ، ١٩٨٤ .
(بليون برميل نفط)

الدولة	الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٤)	الانتاج سنة (١٩٨٤)		عمر الاحتياطي المؤكد (سنة)
		الكمية	النسبة (%)	
الاتحاد السوفيتي	٦٣ر٠٠	٤ر٣٤	٢٢ر٠	١٥
الولايات المتحدة	٢٧ر٧٤	٣ر٢٥	١٦ر٥	٩
السعودية	١٦٦ر٠٠	١ر٦٣	٨ر٣	١٠٢
المكسيك	٤٨ر٠٠	١ر٠١	٥ر١	٤٨
بريطانيا	١٣ر١٥	٩ر٣	٤ر٧	١٤
الصين	١٩ر١٠	٠ر٨٣	٤ر٢	٢٣
ايران	٥١ر٠٠	٨ر٠	٤ر١	٦٤
فنزويلا	٢٤ر٨٥	٠ر٦٦	٣ر٣	٤١
اندونيسيا	٩ر١٠	٠ر٥٤	٢ر٧	١٧
كندا	٦ر٧٣	٠ر٥٢	٢ر٦	١٣
نيجيريا	١٦ر٥٥	٠ر٥١	٢ر٦	٣١
العراق	٤٣ر٠٠	٠ر٤٤	٢ر٢	١٠٠
الامارات	٣٠ر٤٠	٠ر٤٠	٢ر٠	٧٦
ليبيا	٢١ر٢٧	٠ر٣٩	٢ر٠	٥٥
الكويت	٦٣ر٩٠	٠ر٣٣	١ر٧	١٩٤
مصر	٣ر٤٥	٠ر٣٠	١ر٥	١٢
العالم	٦٦٩ر٧٤	١٩ر٧٥	١٠٠	٣٤

المصدر : Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute. Vol.6, No.2, May 1986.

الكيمائي من أهم المكونات (بنسبة أكبر من ٨٠٪) مع وجود كميات اضافية من غازات اخرى اهمها الايثان (Ethane) والبروبان (Propane) والبتان (Pentane) والبيوتان (Butane) . ويعتقد الجيولوجيون أن ظروف تكون الغاز الطبيعي مشابهة لتلك التي صاحبت تكون النفط .

يوجد الغاز في الطبيعة تحت سطح الارض إما بمفرده في حقول غازية أو في آبار النفط على شكل طبقة منفصلة أو مذيبا في النفط . ويمتاز هذا المصدر بارتفاع محتواه الحراري وضآلة الشوائب الموجودة فيه مما يعطيه أهمية كبيرة في الوقت الحاضر بسبب اهتمام الدول المختلفة بالمحافظة على البيئة من آثار التلوث . ولما كانت عملية احتراق الغاز الطبيعي تنتج الماء وثنائي اكسيد الكربون فان هذا المصدر يعتبر من أنظف مصادر الطاقة التجارية المتوفرة في الوقت الحاضر . وسنستعرض في الفصل الثامن موضوع الغاز الطبيعي بالتفصيل .

يوضح جدول (٣ - ١٢) توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم حسب المناطق الجغرافية والمجموعات السياسية . من الواضح أن الدول الاشتراكية تأتي في المرتبة الاولى من حيث حجم احتياطياتها المؤكدة من الغاز، حيث تصل حصتها الى اجمالي العالم حوالي ٣٦٪، في حين تأتي دول الشرق الاوسط في المرتبة الثانية بنسبة ٢٧٪ . ويتبين كذلك من الجدول الاتساع الجغرافي لاحتياطيات الغاز مقارنة بالنفط الخام .

أما الموارد الاضافية الموضحة كذلك في الجدول المذكور فانها تتميز ايضا باتساع توزيعها الجغرافي مع احتفاظ الدول الاشتراكية بالمركز الاول . وفيما يتعلق باحتياطيات العالم المؤكدة لسنة ١٩٨٦ فقد ازدادت زيادة كبيرة في الدول الاشتراكية خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٦ حيث ارتفعت حصة هذه الدول لتصل الى ٤٤٪ من اجمالي احتياطي العالم . وتمتلك دول الشرق الاوسط حاليا ربع الاحتياطي العالمي من الغاز .

ويجدر التأكيد ان توزيع ارقام الاحتياطي المؤكد حسب المجموعات السياسية - الاقتصادية يمتاز بالاعتدال حيث تمتلك كل مجموعة مقدارا مهما من الاجمالي مع احتفاظ الدول الاشتراكية بالمرتبة الاولى . وعند النظر الى الموارد الاضافية نلاحظ

جدول (٣ - ١٢) : توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي حسب المناطق
والمجموعات السامية، ١٩٧٩ و ١٩٨٦ .
(بليون برميل مكافئ نفط)

الاحتياطيات المؤكدة (١٩٨٦)		الموارد الإضافية (١٩٧٩)		الاحتياطيات المؤكدة (١٩٧٩)		المنطقة
الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	
٣٨٤	٥٧	١٣٦	١٧٧٩	١٠٠	٥٠٠	افريقيا
٥٧٥	٨٥	٢١٩	٢٨٧٤	١٠١	٥١٣	امريكا الشمالية
٣٨٤	٥٧	٥٢	٦٨٤	٦٣	٣٢٢	امريكا اللاتينية
٣٣٢	٤٩	٥٢	٦٨٤	٤٦	٢٢٦	الشرق الأقصى وآسيا
١٦٥٩	٢٤٦	١٥٦	٢٠٥٣	٢٧٣	١٤٠٣	الشرق الأوسط
٤٣٩	٦٥	٣١	٤١١	٥٣	٢٦٧	اوروبا الغربية
٢٩٩٦	٤٤٤	٣٣٣	٤٣٨٠	٣٦٤	١٨٤١	الدول الاشتراكية
-	-	٢١	٢٧٤	-	-	القطب الجنوبي
٦٧٥٣	١٠٠	١٠٠	١٣١٤٠	١٠٠	٥٠٧١	العالم
١٠٦٠	١٥٧	٣٧	٣٤٩٠	١٦	٨٠٨	منظمة التعاون الاقتصادي
٢٩٩٦	٤٤٤	٣٣	٤٣٨٠	٣٦	١٨٤١	الدول الاشتراكية
٢١٦٣	٣٢٠	١٥	١٩٨٥	٤٠	٢٠٣٩	دول الأوبك
٥٣٤	٧٩	٢٥	٣٢٨٥	٨	٣٨٣	أخرى

١) World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980. المصدر:
Munich : September 1980.

2) Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

3) Annual Energy Review, Energy Information Administration, U.S.A., 1985.

ملاحظة: (١) تم تحويل الأرقام الى بليون برميل مكافئ نفط باستخدام معامل التحويل الآتي:

برميل نفط يكافئ ١٤٦١ متر^٣ حيث ان طن نفط = ٧٣٣ برميل ، برميل نفط يحوي ٥٧٥٧ برميل
بليون جول ، متر مكعب واحد غاز يحوي ٣٩٤ مليون جول .

(٢) المحتوى الحراري للمتر المكعب من الغاز الطبيعي يساوي ٣٩٤ مليون جول .

ان دول الاوبك أقل حظا لامتلاكها ما يعادل ١٥٪ فقط مع احتفاظ الدول الاشتراكية بنسبة ٣٣٪ وتأتي دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في المركز الثاني بنسبة ٢٧٪ من اجمالي العالم .

وللتعرف على توزيع احتياطات الغاز المؤكدة والموارد الاضافية حسب أهم الدول نستعرض جدول (٣-١٣) . حيث يأتي الاتحاد السوفيتي في مقدمة الدول بنسبة ٢٩٫٦٪ في حين تتبوا إيران المرتبة الثانية بنسبة ١٨٫٩٪ ، اما بقية الدول فتمتلك نسب ضئيلة مقارنة مع هاتين الدولتين . أما من حيث الموارد الاضافية فنلاحظ مرة أخرى ضخامة حصة الاتحاد السوفيتي (حوالي الربع) بالمقارنة مع الولايات المتحدة التي تأتي في المرتبة الثانية بنسبة ١٠٫٧٪ والجزائر ٩٫١٪ . ولقد سجلت احتياطات الاتحاد السوفيتي في الآونة الاخيرة زيادة كبيرة إذ بلغت ٤٣٪ من اجمالي الاحتياطي العالمي المؤكد في سنة ١٩٨٦ .

كما ارتفعت احتياطات قطر بشكل كبير خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٦ لتصبح في المرتبة الرابعة بنسبة ٤٫٣٪ . ومن الجدير بالذكر انه على الرغم من الاتساع الجغرافي لاحتياطات الغاز فان هناك فارقا شاسعا بين الكميات المتوافرة في الدول المختلفة كما يتضح من معانية جدول (٣-١٣) .

وأخيرا ، نتطرق الى انتاج الغاز الطبيعي وعمر الاحتياطي في أهم الدول المنتجة . ويوضح جدول (٣-١٤) بيانات الانتاج والاحتياطي المؤكد لسنة ١٩٨٤ لأهم اربع عشرة دولة منتجة للغاز الطبيعي في العالم . وتبلغ حصة كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة حوالي ثلث الانتاج العالمي من الغاز ، هذا مع العلم أن الولايات المتحدة تمتلك ما نسبته ٦٪ من الاحتياطي المؤكد في العالم مقارنة مع ٤٥٪ للاتحاد السوفيتي . ولا شك أن ذلك يدل على عدم استغلال الاتحاد السوفيتي لامكانياته الهائلة ويمكن ارجاع ذلك جزئيا الى عدم توافر شبكات انابيب نقل الغاز في الاتحاد السوفياتي وحدائه الاكتشافات مقارنة مع تطور صناعة الغاز في الولايات المتحدة التي بدأت تستغل الغاز الطبيعي منذ بداية هذا القرن . ويتفاوت عمر الاحتياطي المؤكد من دولة الى أخرى بشكل كبير حيث يبلغ أقصاه في الدول غير الصناعية مثل فنزويلا والجزائر وأدناه في الولايات المتحدة والمانيا الغربية

جدول (٣ - ١٣) : توزيع احتياطات الغاز الطبيعي حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و ١٩٨٦^(١)

(بليون برميل مكافئ نفط)

الاحتياطات المؤكدة (١٩٨٦)		الوارد الإضافية (١٩٧٩)		الاحتياطات المؤكدة (١٩٧٩)		المنطقة
%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	
٤٣	٢٩٠ر٧	٢٤ر٠	٣١٥ر٣	٢٩ر٦	١٥٠ر١	الاتحاد السوفيتي
١٣ر٥	٩١ر١	٥ر٤	٧٠ر٨	١٨ر٩	٩٥ر٨	ايران
٥٧	٣٨ر٢	١٠ر٧	١٤١ر٠	٧ر٥	٣٧ر٩	الولايات المتحدة
٣ر١	٢٠ر٨	٩ر١	١١٩ر٤	٧ر٠	٣٥ر٢	الجزائر
٣ر٥	٢٣ر٥	٢ر٣	٣٠ر٥	٣ر٦	١٨ر٥	السعودية
١ر٧	١١ر٤	١ر٩	٢٤ر٦	٢ر٦	١٣ر٤	فنزويلا
٢ر٩	١٩ر٣	٧ر١	٩٣ر٥	٢ر٤	١٢ر٣	كندا
٢ر٢	١٤ر٩	٠ر٨	١٠ر٧	٢ر٣	١١ر٤	المكسيك
١ر٩	١٣ر٠	٠ر٧	٨ر٨	٢ر٢	١١ر٣	هولندا
١ر٣	٩ر١	١ر٢	١٥ر٧	١ر٦	٨ر٢	نيجيريا
٤ر٣	٢٨ر٧	٠ر٣	٣ر٤	١ر٥	٧ر٥	قطر
٠ر٩	٦ر٤	٠ر٧	٩ر١	١ر٤	٧ر١	بريطانيا
٠ر٩	٦ر٣	٠ر٨	١٠ر٣	١ر٢	٦ر١	الكويت
١ر٥	١٠ر٢	٠ر٣	٤ر١	١ر١	٥ر٧	ماليزيا
٠ر٨	٥ر٦	١ر٦	٢٠ر٥	١ر١	٥ر٤	العراق
٠ر٩	٥ر٨	٢ر٢	٢٩ر٤	٠ر٩	٤ر٩	الصين الشعبية
	٢٠ر٢	١ر٧	٢٢ر٦	٠ر٥	٢ر٨	الترويج
١٠٠	٦٧٥ر٣	١٠٠	١٣١٤ر٠	١٠٠	٥٠٧ر١	العالم

المصدر : 1) World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

2) Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة : (١) تم تحويل هذه الكميات من متر مكعب الى برميل باستخدام معامل التحويل الآتي : برميل نفط مكافئ = ١٤٦ر١ متر مكعب غاز طبيعي .

جدول (٣ - ١٤) : الانتاج وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول، ١٩٨٤ .

(بليون قدم مكعب غاز طبيعي)

المنطقة	الاحتياطي المؤكد (١٩٨٤)	الانتاج (١٩٨٤)		عمر الاحتياطي المؤكد (سنوات)
		الكمية	النسبة (%)	
الاتحاد السوفيتي	١٤٠٠٠٠٠٠	٢٠٧٢١١	٣٤٥	٦٨
الولايات المتحدة	٢٠٠٢٤٧٠	١٨٢٢٩٦	٣٠٣	١١
هولندا	٥٠٠٥٠٠	٢٦٧٧٥	٤٥	١٩
كندا	٩٠٥٠٠٠	٢٦٥١٨	٤٤	٣٤
بريطانيا	٢٥١٠٠٠	١٤٢٣٣	٢٤	١٨
المكسيك	٧٥٣٥٢٠	١٣٧٣٣	٢٣	٥٥
الجزائر	١١٠١٨٠٠	١٢٦٠٠	٢١	٨٧
رومانيا	(١)٠٠٠	١٢٤٠٠	٢١	(١) . . .
النرويج	٥٨٨٠٠٠	٩٢٢٦	١٥	٦٤
اندونيسيا	٣٠٢٠٠٠	٧٣٢٠	١٢	٤١
الأرجنتين	٢٤٤٢٠٠	٦٥٣٢	١١	٣٧
المانيا الغربية	٦٧٤٨٧	٦٤٨٢	١١	١٠
ايطاليا	٨٨٢٨٧	٦٣٨٩	١١	١٤
فنزويلا	٥٤٥٤٦٠	٦٠٩٦	١٠	٨٩
العالم	٢٠٢١٩٧٠	٦٠٩٣٩٣	١٠٠	٥٣

المصدر: Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute,

Vol. 6, No. 2, May 1986.

ملاحظة: (١) (. . .) تعني غير متوافر.

وايطاليا. ويتوقع انخفاض عمر الاحتياطي في الدول النامية تدريجيا لتوجه هذه الدول نحو التوسع في خططها الانتاجية في المستقبل.

اليورانيوم والثوريوم : (Uranium & Thorium)

تعتبر هذه المواد معادن مشعة توجد في الطبيعة بتركيز منخفض على شكل مركبات خام. وتستخدم هذه المعادن في عمليات الانشطار النووي (Nuclear Fission) في المفاعلات النووية لانتاج الكهرباء. ويتم ذلك من خلال الاستفادة من الحرارة المنبعثة من انشطار نواة المعدن لانتاج بخار الماء اللازم لتحريك مولدات الكهرباء. ان مصدر الطاقة النووية هو القوى الكهرومغناطيسية التي تربط النيوترونات والبروتونات في نواة اي معدن. وتنطلق هذه الطاقة عند اعادة ترتيب مكونات النواة في المعادن غير المستقرة لتصبح اكثر استقرارا. ويتم هذه العملية من خلال انشطار نواة معدن ثقيل غير مستقر كاليورانيوم والثوريوم ومن ثم تحويلها الى نواة أخف وأكثر استقرارا أو من خلال دمج نواتين من معدن خفيف غير مستقر ليصبح أكثر استقرارا كما هي الحال في عمليات الاندماج النووية. ونظرا لان اليورانيوم والثوريوم هما من المعادن الثقيلة الموجودة في الطبيعة ويمتازان بعدم استقرارهما (خصوصا يورانيوم ٢٣٥) فان استخدامهما في المفاعلات النووية تحت الظروف المناسبة يؤدي الى انشطار نوياتهما وانبعاث مقدار كبير من الطاقة الحرارية. وتعتبر الطاقة النووية حديثة العهد، حيث بدأ استخدامها في انتاج الكهرباء سنة ١٩٥٧. وقد كان ذلك نتيجة لفترة طويلة من البحث العلمي امتدت من نهاية فترة الثلاثينات حتى سنة ١٩٤٢ عندما استطاع العلماء السيطرة على عملية الانشطار النووي.

وتجدر الاشارة الى ان المحتوى الحراري المخزون داخل هذه المعادن كبير جدا حيث يصل الى حوالي ٢٩٥ مليون طن مكافئ فحم في كل طن من هذين المعدنين. ولكن بسبب تدني كفاءة التحويل داخل المفاعلات النووية الحديثة فان الطاقة التي يتم استغلالها بشكل مفيد لا تتعدى ١٥٪ من اجمالي الطاقة المخزونة.

ويعتبر حاليا اليورانيوم الوقود الاساسي في المفاعلات النووية المستخدمة على نطاق واسع في معظم دول العالم لانتاج الكهرباء. ويوضح جدول (٣-١٥) مقدار الطاقة الكهربائية الاجمالية المنتجة في العالم باستخدام اليورانيوم وعدد المفاعلات النووية العاملة في اهم الدول. تصدر الولايات المتحدة دول العالم في انتاج الكهرباء بواسطة الطاقة النووية حيث تصل نسبتها الى المجموع حوالي ٤٧.٤٪ في حين تأتي اليابان في المركز الثاني (٩٦.٩٪) والاتحاد السوفيتي في المركز الثالث (٧١.٩٪). هذا وقد اسهمت الطاقة النووية في انتاج ٨٪ من اجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم سنة ١٩٧٨ الا ان مساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء تختلف من دولة الى اخرى. فمساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء تصل الى حوالي ٢٥٪ من اجمالي الكهرباء المنتجة في بلجيكا و١٣٪ في فرنسا و١٠٪ في اليابان و٢٥٪ في السويد و١٢٪ في الولايات المتحدة. هذا وقد ارتفعت هذه النسب حديثا بعد افتتاح عدد من الدول الصناعية مفاعلات جديدة وخصوصا فرنسا والمانيا الغربية وفنلندا واسبانيا. ولا شك ان الطاقة النووية تتركز اساسا في الدول الصناعية المتقدمة مع وجود طاقات صغيرة في بعض الدول النامية الحديثة التصنيع مثل كوريا وتايوان والبرازيل.

هذا وتقدر احتياطيات العالم باستثناء الدول الاشتراكية (الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية والصين الشعبية) من اليورانيوم بحوالي ٢٥٩٠ر١ الف طن (٥٨٣ر٥ بليون برميل مكافئ نفط) من الاحتياطيات المؤكدة و٢٥٥٢ر٥ الف طن (٥٧٤ر٩ بليون برميل مكافئ نفط) من الموارد الاضافية حسب بيانات مؤتمر الطاقة العالمي لسنة ١٩٨٠. وتوزع هذه الكميات حسب المناطق الجغرافية كما هو موضح في جدول (٣-١٦). وعموما، تشمل الاحتياطيات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق تكلفة نقل عن ١٣٠ دولارا/كيلوجرام من اليورانيوم. أما احتياطيات دول التخطيط المركزي فهي غير معروفة بدقة ولكنها تقدر (حسب تقديرات المعهد الفيدرالي للعلوم الجيولوجية ومصادر الطاقة في المانيا الغربية في مدينة هانوفر) بحوالي ١٥٠ - ٣٠٠ الف طن من الاحتياطيات المؤكدة وما يقارب من ١١١٥ - ١٦٣٠ الف طن من الموارد الاضافية. بهذا يمكن القول

جدول (٣ - ١٥) : مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة ونسبة الطاقة النووية
حسب أهم الدول، ١٩٧٨ و١٩٨٤.
(بليون كيلوات ساعة)

الدولة	عدد الفاعلات	الطاقة الكهربائية النووية		اجمالي الكهرباء المنتجة (١٩٧٨)	نسبة الطاقة النووية في الاجمالي (١٩٧٨) %	الطاقة الكهربائية النووية (١٩٨٤)
		الكمية (١٩٧٨)	% الى العالم			
بلجيكا	٣	١١٩	٢٠	٤٨ر٤	٢٤ر٦	٢٦ر٣
كندا	١١	٢٩٤	٥٠	٣٣٦ر٣	٨ر٧	٥١ر٢
فنلندا	٣	٣١	٠ر٥	٣٤ر٠	٩ر١	١٧ر٦
فرنسا	٢٣	٢٩٠	٥٠	٢١٧ر٣	١٣ر٣	١٨١ر٦
المانيا الغربية	١٤	٣٣٩	٥٨	٣٣٢ر٦	١٠ر٢	٨٥ر٢
ايطاليا	٤	٤ر٢	٠ر٧	١٦٧ر٤	٢ر٥	٦ر٥
اليابان	٢٤	٥٦١	٩ر٦	٥٣٧ر٣	١٠ر٤	١١٨ر٧
هولندا	٢	٣ر٨	٠ر٧	٥٩ر٠	٦ر٤	٣ر٥
اسبانيا	٣	٧ر٣	١ر٣	٩٥ر٢	٧ر٧	٢١ر٩
السويد	٨	٢٢٧	٣ر٩	٩٠ر٣	٢٥ر١	٤٨ر٧
سويسرا	٤	٨٠	١ر٤	٤٢ر٤	١٨ر٩	١٥ر٥
الولايات المتحدة	٧٠	٢٧٦ر٤	٤٧ر٤	٢٢٨٥ر٤	١٢ر١	٣٢٧ر٦
بريطانيا	٣٣	٣٢٥	٥ر٦	٢٦٨ر٨	١٢ر١	٥١ر٤
الاتحاد السوفيتي	٣٣	٤١٥	٧ر١	١١٣٥ر٥	٣ر٧	٨١ر٠
الدول الأخرى	١٨	٢٣ر٢	٤ر٠	١٤٨٠ر١	١ر٦	٨٥ر٢
العالم	٢٥٣	٥٨٣ر٠	١٠٠	٧١٣٠ر٠	٨ر٢	١١٢١ر٩

المصدر : World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives,

Manfred Grathwohl, Pages 172&233, Tables (4 - 2) & (4 - 4), Walter deGruyter & Co. Berlin.

- International Energy Annual 1984, Energy Information Administration, Table 13, Page 24, Washington D.C.

جدول (٣ - ١٦) : توزيع احتياطات اليورانيوم في العالم حسب المناطق،
المؤكد والاضافية، ١٩٧٩. (بليون برميل مكافئ نפט)^(١)

المنطقة	الاحتياطات المؤكدة ^(١)		الموارد الاضافية ^(٢)		اجمالي الكميات	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
امريكا الشمالية	٢١٢٤	٣٦٤	٤٢٤٨	٧٣٩	٦٣٧٢	٥٥٠
افريقيا (جنوب الصحراء)	١٦٧٩	٢٨٨	٥٩٧	١٠٤	٢٢٧٦	١٩٦
اوربا الغربية	٩٥٣	١٦٣	٢٥٦	٤٤	١٢٠٩	١٠٤
استراليا واليابان	٦٩١	١١٨	١١٩	٢١	٨١٠	٧٠
امريكا اللاتينية	٢٤٨	٤٢	٣٠٨	٥٤	٥٥٦	٤٨
الشرق الأوسط وشمال افريقيا	٧٣	١٢	١٦٨	٢٩	٢٤١	٢١
جنوب آسيا	٦٧	١٢	٥٣	٠٩	١٢٠	١١
شرق آسيا	٠١	٠١	٠٠٠ ^(٥)	-	٠١	- ^(٥)
العالم غير الاشتراكي ^(١)	٥٨٣٥ (٢٥٩٠٧)	١٠٠	٥٧٤٩ (٢٥٥٢٥)	١٠٠	١١٥٧٩ (٥١٤٣٢)	١٠٠
العالم الاشتراكي ^(٣)	٦٧٦ (٣٠٠٠)	-	٣٦٧١ (١٦٣٠)	-	٤٣٤٧ (١٩٣٠)	-

المصدر: World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

ملاحظة: (١) تشمل الاحتياطات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام.

(٢) تشمل الموارد الاضافية جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام.

(٣) كمية تقديرية تمثل الحد الأقصى في تلك المنطقة.

(٤) للتحويل من طن يورانيوم الى برميل مكافئ نפט استخدم معاملات التحويل الآتية:

(طن يورانيوم يكافئ ٢٩٥ مليون طن فحم، طن مكافئ نפט = ١٤٤ طن مكافئ)

فحم، طن نفط يحوي ٧ر٣٣ برميل، كفاءة التحويل لليورانيوم في المفاعلات =
(١.٥٪)

لذا فان : الف طن يورانيوم تكافئ ٢٢٥٢٤٥ مليون برميل نفط .

(٥) (٠٠٠) تعني غير متوافر (-) تعني صفرا أرقام صغير .

(٦) تشير الأرقام بين قوسين الى الكميات من اليورانيوم بوحدة الف طن يورانيوم .

بأن الاحتياطي العالمي الاجمالي (المؤكد + الاضافي) يمكن تقديره بحوالي ٧٠٧٣ الف طن يورانيوم كحد اقصى حسب البيانات المتوافرة في الوقت الحاضر . ويتضح من الجدول كذلك ان الاحتياطيات المؤكدة في العالم خارج الدول الاشتراكية تتركز في عدد قليل من المناطق داخل امريكا الشمالية وافريقيا واوروبا الغربية بالاضافة الى اليابان واستراليا . أما الموارد الاضافية فهي تتركز بشكل اساسي في امريكا الشمالية بنسبة ٧٣٩٪ من اجمالي هذه الموارد خارج الدول الاشتراكية ، في حين تمتلك المناطق الاخرى مقادير ضئيلة أهمها في الجزء الجنوبي من افريقيا . هذا و تمتلك الدول الاشتراكية حوالي ٦٧٦ بليون برميل مكافئ نفط من الاحتياطيات المؤكدة وترتفع الكمية لتصل الى ٣٦٧١ بليون برميل مكافئ نفط بالنسبة للموارد الاضافية .

وبالنسبة لتوزيع اليورانيوم حسب أهم الدول ، فان جدول (٣ - ١٧) يبين أن الولايات المتحدة تمتلك اكبر مقدار من اليورانيوم حيث تصل حصتها الى ٢٤٥٪ و ٢٧٧٪ من الكميات المؤكدة والاضافية على التوالي . أما الدول الاخرى التي تتوافر فيها كميات مهمة فهي كندا والاتحاد السوفيتي وجنوب افريقيا بالاضافة الى المانيا الديمقراطية .

سبق وأن أشرنا الى ان معدن الثوريوم يستخدم ايضا في المفاعلات النووية ، ولكن بسبب دخوله في الانواع المتقدمة تكنولوجيا فان استخداماته محدودة مما يترتب على ذلك ضعف الطلب عليه وبالتالي عدم اتساع عمليات التنقيب عنه . ويتواجد معدن الثوريوم في العالم غير الاشتراكي في مناطق عديدة كما يتضح من جدول (٣ - ١٨) . فالاحتياطيات المؤكدة تتركز في منطقة شمال افريقيا والشرق

جدول (٣ - ١٧) : احتياطيات اليورانيوم حسب أهم الدول، ١٩٧٩.
(الف طن يورانيوم)

الدولة	الاحتياطيات المؤكدة		الموارد الإضافية		إجمالي الكميات
	الكمية	%	الكمية	%	
الولايات المتحدة	٧٠٨٠	٢٤.٥	١١٦٠	٢٧.٧	١٨٦٨٠
كندا	٢٣٥٠	٨.١	٧٢٨٠	١٧.٤	٩٦٣٠
الاتحاد السوفيتي	١٦٠٠	٥.٥	٨٠٠	١٩.١	٩٦٠
ألمانيا الديمقراطية	٦٠٠	٢.١	٥٠٠	١٢.٠	٥٦٠
جنوب إفريقيا	٣٩١	١٣.٥	١٣٩	٣.٣	٥٣٠
أستراليا	٣٠٥٠	١٠.٦	٥٣٠	١.٣	٣٥٨٠
السويد	٣٠١	١.٤	٣٠	٠.١	٣٠٤
النيجر	١٦٠	٥.٥	٥٣٠	١.٣	٢١٣٠
ناميبيا	١٣٣٠	٤.٦	٥٣٠	١.٣	١٨٦٠
الصين الشعبية	١٦٦٠	٥.٧	-	-	١٦٦٠
البرازيل	٧٤٢	٢.٦	٩٠١	٢.٢	١٦٤٣
تشيكوسلوفاكيا	٢٥٠	٠.٩	١٢٠	٢.٩	١٤٥٠
فرنسا	٥٥٠	١.٩	٤٥٩	١.١	١٠١٢
الجزائر	٢٨٠	١.٠	٥٥٥	١.٣	٨٣٥
رومانيا	٢٠٠	٠.٧	٥٠٠	١.٢	٧٠٠
المند	٢٩٨	١.٣	٢٣٧	٠.٦	٥٣٥
كولومبيا	---	-	٥١٠	١.٢	٥١٠
بلغاريا	١٥٠	٠.٥	٣٠٠	٠.٧	٤٥٠
دبلك	٢٧٠	٠.٩	١٦٠	٠.٤	٤٣٠
هنغاريا	١٠٠	٠.٣	٣٠٠	٠.٧	٤٠٠
العابون	٣٧٠	١.٣	---	-	٣٧٠
الأرجنتين	٢٨١	١.٠	٨٩	٠.٢	٣٧٠
يوغسلافيا	٦٥	٠.٢	٢٠٥	٠.٥	٢٧٠
بولندا	٥٠	٠.٢	٢٠٠	٠.٥	٢٥٠
إسبانيا	١٠٧	٠.٤	٨٥	٠.٢	١٩٢
العالم	٢٨٩٠١	١٠٠	٤١٨٢.٥	١٠٠	٧٠٧٢.٦

المصدر : World Energy Conference; Survey of Energy Resources 1980, Munich: Sept. 1980.

- ملاحظة : (١) تشمل الاحتياطيات المؤكدة جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام.
(٢) تشمل الموارد الإضافية جميع الكميات التي تقع في نطاق التكلفة ١٣٠ دولارا/كيلوجرام.
(٣) (---) تعني غير متوافر.

جدول (٣ - ١٨) : توزيع احتياطات معدن الثوريوم،
في العالم غير الاشتراكي، ١٩٧٩ .
(بليون برميل مكافئ)

المنطقة	الاحتياطات المؤكدة		الموارد الاضافية		اجمالي الكميات	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
امريكا اللاتينية	١٦١	٥٧	٢٧٠٣	٤٥٣	٢٨٦٤	٣٢٦
الشرق الأوسط	٧٧٧	٢٧٨	١٦٢٢	٢٧٢	٢٤٠٠	٢٧٤
وشمال افريقيا						
امريكا الشمالية	٢٧٧	٩٩	١٢٨٤	٢١٥	١٥٦١	١٧٨
اوروپا الغربية	٧١٦	٢٥٦	٢٠٧	٣٥	٩٢٤	١٠٥
جنوب آسيا	٧١٨	٢٥٧	٦٨	١١	٧٨٦	٨٩
افريقيا	٦٨	٢٤	٨٧	١٤	١٥٥	١٨
(جنوب الصحراء)						
شرق آسيا	٤١	١٥	---	-	٤١	٠٥
استراليا	٤٠	١٤	---	-	٤٠	٠٥
العالم باستثناء	٢٨٠٠	١٠٠	٥٩٧١	١٠٠	٨٧٧١	١٠٠
المعسكر الاشتراكي	(١٢٤٢٥)		(٢٦٥١٠)		(٣٨٩٣٥)	

المصدر : World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980, Munich, September 1980.

ملاحظة : (١) (---) تعني غير متوافر.

(٢) (٠) تعني رقم صغير.

(٣) تم تحويل الوحدات من طن ثوريوم الى بليون برميل مكافئ نفط باستخدام

معامل التحويل : الف طن ثوريوم تكافئ ٢٢٥٠٢٤٥ مليون برميل مكافئ نفط .

(انظر ملاحظة (٤) في الجدول (٢ - ١٦)).

(٤) الأرقام بين قوسين هي الكميات من الثوريوم بوحدة الف طن ثوريوم .

جدول (٣ - ١٩) : أهم الدول المنتجة لليورانيوم في الدول غير الاشتراكية،
١٩٧٩.

(ألف طن يورانيوم)

الدولة	الاحتياطي المؤكد	الانتاج (١٩٧٨)		عمر الاحتياطي المؤكد (سنة)
		الكمية	(%)	
الولايات المتحدة	٧٠٨٠	١٤٠٠	٤٠٧	٥١
كندا	٢٣٥٠	٦٨٠	١٩٨	٣٥
جنوب افريقيا	٣٩١٠	٤٥٣	١٣٢	٨٦
ناميبيا	١٣٣٠	٢٧٠	٧٨	٤٩
فرنسا	٥٥٠	٢١٨	٦٣	٢٥
النيجر	١٦٠٠	٢٠٦	٦٠	٧٨
الغابون	٣٧٠	١٠٠	٢٩	٣٧
استراليا	٣٠٥٠	٠٥٢	١٥	٥٨٧
الهند	٢٩٨	٠٢٠	٠٦	١٤٩
اسبانيا	١٠٧	٠١٩	٠٦	٥٦
الأرجنتين	٢٨١	٠١١	٠٣	٢٥٥
البرتغال	٨٢	٠١٠	٠٣	٨٢
المانيا الغربية	٤٥	٠٠٤	٠١	١١٣
العالم باستثناء الدول الاشتراكية	٢٥٩٠٧	٣٤٤٣	١٠٠	٧٥

المصدر : World Energy Conference: Survey of Energy Resources 1980.

ملاحظة : تم حساب عمر الاحتياطي المؤكد على اساس حجم الاحتياطي المؤكد في سنة ١٩٧٩ ومعدلات الانتاج في سنة ١٩٧٨ نظرا لعدم توفر بيانات الانتاج لسنة ١٩٧٩ كاملة.

الاطوسط بنسبة ٢٧,٨٪، بينما تمتلك كل من اوروىا الغربفة وءنوب آسفا ربع الاءفاءفاء المؤكدة . ولكن فءءلف ءوزفع المواء الاضاففة لمعدن ءورفوم ءفء ءرءز معظمها فف امفركا اللافففة (٤٥,٣٪) فف ءفن ءأفف منطفة شمال افرفففا فف المرفبة الءاففة وامفركا الشالفة فف المرفبة الءالفة .

أما أهم الدول فف هءة المناطق ففف مصر فف شمال افرفففا والهند فف آسفا والءنءارك والنرفف فف اوروىا الغربفة والبرازفل فف امفركا اللافففة وأءفرا كل من كندا والولافاء المءءة فف امفركا الشالفة . وبالنسبة للدول الاشراففة فان معظم الكمفاء موءوءة فف الاءءاء السوففف ءفء ءقءر (ءسب ءقءفراف المءء الففءرالف فف الماففا الغربفة) بءوالف ٨٠ الف طن . ونشر أءفرا الى انه من المءءمل ان ءرففع هءة ءقءفراف مسءبلا مع ازءفاء الءء الاستكشافف فف المناطق المءءلفة وءصوفا الدول النامفة الفف لم ءءظ ءفف الآن بمقءار كاف من عملفاء ءءقفب .

وبوضء ءءول (٣ - ١٩) مراكز اءءاف الفوراففوم فف الدول فر الاشراففة ، ءفء ءصءر الولافاء المءءة قاءمة الدول المءءة للفوراففوم وءلك بنسبة ٤١٪ من اءمالف الاءءاف . أما الدول الاءرف المءءة ففف بالءرفب من ءفء الافمفة : كندا وءنوب افرفففا ونامفبفا وفرنسا وأءفرا النفر . وءلف ءصة الدول الاءرف ءمفعها ءوالف ٦٪ من الاءءاف الاءمالف . وفسل عمر الاءفاءفف المؤكء من الفوراففوم فف الدول فر الاشراففة الى ءوالف ٧٥ سنة .

وبالنسبة لاءءاف معدن ءورفوم فقء بلف ءوالف ٧٣٠ طن سنة ١٩٧٤ ، وقء كانت اهم الدول المءءة هف : اسءرالف والهند ومالفزفا والبرازفل . ولما كان ءءم الاءفاءفف المؤكء من ءورفوم فف العالم فبلف ءوالف ١٣٢٢,٥ الف طن فان عمر الاءفاءفف المؤكء على اساس اءءاف سنة ١٩٧٤ فبلف ١٣٠٠ سنة . ولا شك أن عمر الاءفاءفف سفاءقص مع زفاءة ءءم الاءءاف فف العالم الا انه لفس من المءوقع ظهور مصاعب مصاءبة لاءءاف كمفاء مءزافءة من معدن ءورفوم مسءبلا .

لعل من المففء قبل ءءرق لمصادر الطاقة المءءة العاءفة ان نقارن بفن المصادر الناضبة الفف سبق وان ءءءنا عنها وءلك للءرف على الافمفة النسبفة لكل مصدر

من هذه المصادر الهامة. وفي هذا السياق سوف نستعرض توزيع مصادر الطاقة الناضبة حسب المجموعات السياسية الاقتصادية. وتجدر الإشارة هنا الى ان احتياطات معدن الثوريوم لم تضاف بسبب عدم توافر بيانات كافية عن الدول الاشتراكية من جهة وعدم انتشار استخدامات هذا المصدر في الوقت الحاضر على نطاق تجاري واسع من جهة اخرى.

يوضح جدول (٣ - ٢٠) الاحتياطات المؤكدة والاضافية ومعدلات الاستهلاك للفحم والنفط والغاز الطبيعي واليورانيوم. يعتبر الفحم بلا منازع المصدر المهيمن من حيث كمية الاحتياطي حيث يشكل ما نسبته ٦٦.١٪ من الاحتياطي المؤكد لمصادر الطاقة و٩٣.١٪ من الموارد الاضافية. أما بقية المصادر فان كمياتها ضئيلة مقارنة بالفحم سواء من حيث الاحتياطات المؤكدة أو الاضافية. وعند مقارنة عمر الاحتياطي بالسنوات على اساس معدلات الاستهلاك سنة ١٩٧٩ يبقى الفحم متصدرا قائمة مصادر الطاقة. فالاحتياطي المؤكد من الفحم قادر على تغطية الاستهلاك لمدة تقدر بحوالي ١٨٥ سنة في حين لا تكفي الامدادات النفطية الا لفترة تساوي ٢٩ سنة. وباستطاعة هذه المصادر مجتمعة تغطية الطلب العالمي لفترة تصل الى ٨٨ سنة. وترتفع هذه الارقام عند الأخذ بعين الاعتبار مجموع الاحتياطات المؤكدة والاضافية. وتجدر الإشارة هنا إلى أن السبب الرئيسي في قصر عمر الاحتياطي النفطي هو ارتفاع معدلات استهلاكه مقارنة مع المصادر الأخرى إذ بلغت حصة النفط من الاستهلاك الكلي من المصادر الأربعة حوالي ٣٧.٩٪ مقارنة مع ٣.١٦٪ للفحم و١٧.٧٪ للغاز.

أما التوزيع الدولي لهذه الاحتياطات الضخمة من مصادر الطاقة الناضبة التجارية فيتركز كما أشرنا آنفا بشكل أساسي في الدول المتقدمة صناعيا وخصوصا بالنسبة للفحم واليورانيوم. أما احتياطات الغاز الطبيعي المؤكدة فإنها تتركز في الدول الاشتراكية ودول الاوبك. وفيما يختص بالنفط فانه المصدر الوحيد الذي تتركز احتياطاته المؤكدة في دول الاوبك في حين تتوزع الموارد الاضافية بشكل متساو بين المجموعات السياسية المختلفة. نستخلص من هذا العرض السريع أن

جدول (٣ - ٢٠) : احتياطات مصادر الطاقة الناضبة

العادية في العالم، ١٩٧٩.

(بليون برميل مكافئ نفط)

المصدر	الاحتياطات المؤكدة		الواردات الإضافية		معدل الاستهلاك		عمر الاحتياطي	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	المؤكد	الاجمالي
فحم	٣٥٢٨٦	٦٦١	٥١٤٢٤٠	٩٣١	١٩١	٣١٦	١٨٥	٢٨٧٧
نفط	٦٥٣٤	١٢٢	١٥٥٤٠	٢٨	٢٢٩	٣٧٩	٢٩	٩٦
غاز طبيعي	٥٠٧١	٩٥	١٣١٤٠	٢٤	١٠٧	١٧٧	٤٧	١٧٠
يورانيوم ^(١)	٦٥١١	١٢٢	٩٤٢٠	١٧	٧٨ ^(١)	١٢٩	٨٣	٢٠٤
المجموع	٥٣٤٠٢	١٠٠	٥٥٢٣٤٠	١٠٠	٦٠٥	١٠٠	٨٨	١٠٠١

المصادر: الجداول (٢ - ٥)، (٢ - ٨)، (٢ - ٩)، (٢ - ١٢)، (٢ - ١٦) و(٢ - ١٩).

وايضا الآتي : BP Statistical Review of the World Oil Industry, 1980

ملاحظة: (١) يشير الرقم الى معدل الاستهلاك في سنة ١٩٧٨ وهو للعالم غير الاشتراكي فقط.

(٢) تعكس احتياطات اليورانيوم مجموع العالم (العالم غير الاشتراكي + تقديرات الدول الاشتراكية).

الدول الصناعية المتقدمة تمتلك فيها بينها النسبة العظمى من مصادر الطاقة الناضبة التجارية ما عدا النفط حيث تتواجد احتياطاته في الدول النامية بشكل رئيسي .

ثانيا : مصادر الطاقة المتجددة العادية :

(Conventional Renewable Energy Sources)

تتسم هذه المصادر بالتجدد وعدم الفناء نتيجة للاستخدام، غير ان ذلك لا يمنع من تركها في مناطق معينة من العالم . وسنستعرض تحت هذا البند مصدرين

رئيسيين هما الطاقة المائية (Hydropower) والطاقة الحرارية الجوفية (الجيوثرمالية Geothermal) .

تتركز استخدامات هذين المصدرين في انتاج الكهرباء بشكل اساسي والتدفئة كما في حالة الطاقة الجوفية . فالطاقة المائية تعتبر مصدرا نظيفاً وإذا تكلفت تشغيله منخفضة . ولكن بسبب ضخامة التكاليف الرأسالية فان هذا المصدر مستغل بشكل كثيف في الدول الصناعية الشرقية والغربية مقارنة مع الدول النامية . ويتوقع أن تزداد الاستفادة من هذا المصدر في الدول النامية مستقبلاً وذلك لتركز معظم الطاقات غير المستغلة فيها .

أما الطاقة الجوفية فالمقصود منها الطاقة الناتجة من تدفق بخار الماء أو المياه الساخنة من جوف الارض الى السطح بشكل طبيعي . ولا يعتبر هذا المصدر مهما في الوقت الحاضر لمحدودية الكميات المتوافرة منه وتركزها الشديد في مناطق جغرافية معينة . وتتفاوت استخدامات هذا المصدر تبعاً لدرجة حرارة المياه المتدفقة ، حيث يستعمل الماء الساخن المتدفق (درجة حرارة ٦٥ مئوية أو أقل) في احتياجات التدفئة في حين يستغل بخار الماء الساخن (درجة حرارة ١٥٠ مئوية تقريباً) في توليد الكهرباء .

يوضح جدول (٣ - ٢١) مقدار الطاقة الكهربائية المولدة في العالم خلال الفترة من ١٩٧٨ - ١٩٨٤ وذلك باستخدام مصادر الطاقة المائية ، فقد بلغت الكمية الاجمالية المولدة سنة ١٩٨٤ حوالي ١٩٤٢ بليون كيلوات ساعة (حوالي ١٠٦ بليون برميل مكافئ نفط) . ويتركز الانتاج بشكل رئيسي في الولايات المتحدة وكندا والاتحاد السوفيتي مع تمتع بعض الدول الاخرى بمقادير لا بأس بها . وتجدر الاشارة هنا الى ان هناك مصادر طاقة مائية غير مستغلة في كل من الصين والهند وجنوب شرق آسيا ، ويتوقع أن يؤدي استغلالها مستقبلاً الى ارتفاع حصة الدول النامية من اجمالي الانتاج العالمي .

وفيما يختص بالطاقة الجوفية المستغلة نشير الى جدول (٣ - ٢١) الذي يوضح البيانات لسنة ١٩٧٨ . يتضح من معاينة الجدول ان الطاقة المستغلة تتركز في

جدول (٣ - ٢١) : الطاقة المائية والجوفية المولدة
حسب أهم الدول، ١٩٧٨-١٩٨٤
(بليون كيلوات ساعة)

الطاقة الجوفية (١٩٧٨)		الطاقة المائية (١٩٨٤)		الطاقة المائية (١٩٨١)		الطاقة المائية (١٩٧٨)		الدولة
%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	
٤٥	٢٩	١٧	٣٢٤	١٥	٢٦٤	١٩	٢٨٤	الولايات المتحدة
-	---	١٥	٢٨٣	١٥	٢٦٣	١٦	٢٣٤	كندا
-	---	٩	١٧٩	١٠	١٧٩	١١	١٦٨	الاتحاد السوفيتي
-	---	٨	١٦٠	٧	١٣٠	-	---	البرازيل
١٥	١٠	٥	٩٠	٥	٩٣	٥	٧٤	اليابان
-	---	٦	١٠٦	٥	٩٢	٥	٨٠	النرويج
-	---	٤	٦٧	٤	٧٢	٥	٦٩	فرنسا
-	---	٥	٩٠	٣	٥٩	-	---	الصين
-	---	٣	٦٥	٣	٥٨	٤	٥٧	السويد
-	---	٣	٥٢	٣	٥٠	-	---	الهند
٣٧	٢٤	٢	٤٥	٣	٤٥	٣	٤٧	إيطاليا
١٠٠	٦٥	١٠٠	١٩٤٢	١٠٠	١٧٦٦	١٠٠	١٥١٠	العالم

- المصدر : World Energy Supply: Resources, Technologies and Perspectives, Manfred Grathwohl, Table 4-4, Page 233, Walter de Gruyter, & Co., Berlin, 1982
- Learning About Energy, David J. Rose, Figure 8.12, Page 426, Plenum Press, New York, 1986.

ملاحظة : (١) بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم سنة ١٩٧٨ حوالي ٧١٣٠ بليون كيلوات ساعة.

(٢) (---) تعني غير متوافر.

(٣) (-) تعني رقم صغير أو صفر.

الولايات المتحدة وإيطاليا، واليابان بشكل أساسي . أما الدول الأخرى التي تستغل هذا المصدر فهي المكسيك والاتحاد السوفيتي ونيوزيلندا وإيسلندا .

(ج - ٣) مصادر الطاقة المستقبلية (غير العادية) :

(Un - Conventional Energy Sources)

إن هذه المصادر ليست مستغلة حالياً بشكل تجاري بل هي تحت التجربة والتطوير لكي يتم استغلالها بشكل تجاري وعلى نطاق واسع في المستقبل . تنقسم هذه المصادر عموماً إلى قسمين هما مصادر ناضبة وأخرى متجددة . نستعرض فيما يلي كل صنف بالتفصيل :

● أولاً : مصادر الطاقة الناضبة غير العادية

(Un-Conventional Exhaustible Energy Sources)

يندرج تحت هذا البند النفط والغاز المنتجان من أنواع الوقود الأحفوري كالنفط الثقيل (Heavy Oil) ورمال القار (Tar Sands) والصخور الزيتية (Oil Shale) والنفط المنتج بطرق الإنتاج الثانوية المعقدة والغاز الطبيعي الموجود في التكوينات الصخرية غير العادية وأخيراً تكنولوجيا أسالة الفحم (Coal Liquefaction) وتحويله إلى غاز (Coal Gasification) . ويسمى النفط المستخرج من هذه المصادر بالوقود الاصطناعي (Synthetic Fuel) لتمييزه عن النفط الخام والغاز المنتج بالغاز الاصطناعي .

ومن الجدير بالذكر أن اعتبار النفط المنتج بطرق الاستخلاص الثانوية المعقدة جزءاً من المصادر غير العادية يعود إلى إمكانية زيادة الكمية المستخلصة من النفط من الآبار المستغلة حالياً مما يضاعف الإنتاج النهائي من هذه المصادر . وتكتسب تكنولوجيا أسالة الفحم وتحويله إلى غاز أهميتها من الآفاق الجديدة التي تفتحها أمام استخدامات الفحم كمصدر للطاقة وذلك إذا ما تم تطوير هذه التكنولوجيا لتصبح ذات جدوى اقتصادية . أما النفط المستخرج من رمال القار والصخور

الزيتية فهو من المصادر المعروفة منذ زمن طويل ولكن التكنولوجيا المعروفة حاليا ليست ذات جدوى اقتصادية مما يجعل هذه المصادر غير تجارية في الوقت الحاضر. ولكن نظرا لضخامة هذه الموارد واستمرار الابحاث المتعلقة بتطويرها في الدول الصناعية المتقدمة فانه يتوقع ان يكون لهذه المصادر دور هام في المستقبل في اشباع الطلب المتزايد على الطاقة.

ونستعرض فيما يلي الصخور الزيتية ورمال القار والنفط الثقيل باختصار:

الصخور الزيتية (السجيل) : (Oil Shale)

وهي صخور تحوي ما يقارب من ١٠٪ من وزنها على مواد عضوية صلبة في حين يشكل الباقي مجموعة من المعادن والأتربة. وقد كانت هذه الصخور تستخدم في الماضي (قبل سنة ١٨٥٩) في مناطق مختلفة من العالم، ولكن اكتشاف النفط أدى الى اختفاء هذه الاستخدامات. وتستغل حاليا كل من الصين والاتحاد السوفيتي هذا المصدر بشكل محدود لانتاج الكهرباء. وينتج الوقود من هذه الصخور عن طريق تسخينها لدرجات حرارة عالية مما يتسبب في تدفق سائل قطرانى يسمى كيروجين (Kerogen). ويتحلل هذا السائل بفعل الحرارة المرتفعة مكونا سائلا شبيها بالنفط بالاضافة الى بعض الغازات. ويتكون الكيروجين بشكل أساسى من : كربون بنسبة ٨٠٪ من الوزن وهيدروجين ١٠٪ واكسجين ٦٪ ونيتروجين ٣٪ بالاضافة الى بعض الشوائب كالكبريت ١٪. ويعرف الكيروجين بشكل عام بالوقود الاصطناعى او نفط الصخور الزيتية (Shale Oil).

وتحوي الاصناف الجيدة من الصخور الزيتية حوالي ١٢٠ لترا من الكيروجين لكل طن (نحو ٩٪ من الوزن) في حين تحوى الاصناف الرديئة نحو ٧٥ لترا من الكيروجين لكل طن. وعموما، يتطلب انتاج مليون برميل نفط اصطناعى تعدين ما يقارب من ٥٧٠ مليون طن من الصخور الزيتية. وتعادل هذه الكمية من الصخور تقريبا انتاج الولايات المتحدة من الفحم في السنة الواحدة. وتتفاقم المشكلة اذا علمنا ان حجم الصخور المعالجة يزداد بمقدار ٣٠٪ بسبب الحرارة

والتفتت مما يتسبب في إيجاد مشكلات عديدة عند محاولة التخلص من النفايات الناتجة. وتوزع احتياطيات الصخور الزيتية في معظم أنحاء العالم ولكنها تتفاوت فيما بينها من حيث سمك الطبقة الحاوية للمورد ونسبة المواد العضوية الى اجمالي الوزن حيث تتباين هذه الصفات بشكل كبير (٤٠ - ٤٨٠ لتر من النفط الاصطناعي لكل طن). ويوضح جدول (٣ - ٢٢) توزيع الاحتياطيات المعروفة

جدول (٣ - ٢٢) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة للصخور الزيتية

حسب أهم الدول، ١٩٨٠.

(بليون برميل مكافئ نفط)

الدولة	الاحتياطيات المعروفة		الاحتياطيات المحتملة		اجمالي الكميات	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
الولايات المتحدة	٢٠٥	٦٠	١٧٢٩	٨٠٦	١٧٥٠	٧٠٥
المغرب	٥٤٢	١٦٠	-	-	٥٤٢	٢٢
الاتحاد السوفيتي	٥٠٠	١٤٧	٣٦٠	١٦٨	٤١٠	١٦٥
تايلند	١٤٨	٤٤	-	-	١٤٨	٠٦
السويد	٦٥	١٩	-	-	٦٥	٠٣
الأردن	٥٩	١٧	-	-	٥٩	٠٢
المانيا الغربية	١٨	٠٥	-	-	١٨	٠١
البرازيل	٠٦	٠٢	-	-	٠٦	٠٠
اسبانيا	٠١	٠٠	-	-	٠١	٠٠
استراليا	-	-	٣٦	٠٢	٣٦	٠١
العالم	٣٣٩	١٠٠	٢١٤٥	١٠٠	٢٤٨٤	١٠٠

المصدر: World Energy Supply: Resources, Technologies & Perspectives,

Manfred Grathwohl, Page 126, Table (3-27), 1982.

ملاحظة: (١) (-) تعني صفر أو غير متوافر.

(٢) (-٠) تعني رقم صغير.

والمحتملة حسب أهم الدول حيث يتضح ان اربع دول هي الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والمغرب وتايلند تمتلك معظم الاحتياطيات المعروفة . وتمتلك الدول الاخرى وهي السويد والاردن والمانيا الغربية والبرازيل مقادير ضئيلة . وتمتلك مجموعة من الدول وهي استراليا وزاير وكندا وايطاليا والصين مقادير مهمة من هذه المصادر .

رمال القار والنفط الثقيل : (Tar Sands & Heavy Oil)

هي مزيج من الرمل والمعادن بنسب تتراوح بين ١٥ و ٨٥٪ حيث تشكل مادة البتيومين (القار Bitumen) حوالي ١٠٪ من المعادن . والبتيومين مركب لزج وكثيف وشبه صلب يشكل الكربون ٨٣٪ من وزنه . ويتطلب استخلاص البتيومين عادة رفع درجة الحرارة حتى يتسنى الجريان لهذه المادة . ويدخل البتيومين بعد استخلاصه في انتاج المركبات الهيدروكربونية المختلفة من خلال عمليات تكرير معقدة نظرا لارتفاع وزنه النوعي الذي يعادل ٢٠ درجة حسب مقياس معهد النفط الاميركي (API) . ويتطلب انتاج كل برميل من البتيومين رفع حوالي ثلاثة اطنان من الرمال .

وفيما يتعلق باحتياطيات رمال القار والنفط الثقيل فتركز في عدد محدود من الدول كما هو موضح في جدول (٣ - ٢٣) حيث تقاسم كل من فنزويلا وكندا معظم الاحتياطيات المعروفة والمحتملة في حين تأتي الاردن في المرتبة الثالثة بنسبة ضئيلة جدا . وتجدر الاشارة الى ان كندا بدأت باستغلال مواردها من النفط الثقيل ورمال القار منذ عام ١٩٦٧ حيث تقوم عدة شركات بانتاج مقدار من النفط يعادل ٢٥ - ٣٥ مليون طن سنويا .

الديتريوم والليثيوم : (Deuterium & Lithium)

ان الوقود الاندماجي (Fussion Fuels) المتمثل بالديتريوم والليثيوم متوافر بشكل هائل يكفي العالم لآلاف السنين . ولكن المشكلة تكمن في تطوير التكنولوجيا

جدول (٣ - ٢٣) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة
من النفط الثقيل ورمال القار، ١٩٨٠ .
(بليون برميل مكافئ نفط)

الدولة	الاحتياطي المعروف		الاحتياطي المحتمل		اجمالي الكميات	
	الكمية	%	الكمية	%	الكمية	%
فنزويلا	١٤٦٦	٤٩٩	٣٦٦٥	٥٦٥	٥١٣١	٦٠٢
كندا	١٤١٥	٤٨٢	١١٩٥	٢١٤	٢٦١٠	٣٠٦
الأردن	٥١	١٧	٧٣٧	١٣١	٧٨٤	٩٢
ألمانيا الغربية	٠٤	٠١	-	-	٠٤	٠٠
الولايات المتحدة	٠١	٠٠	-	-	٠١	٠٠
العالم	٢٩٣٦	١٠٠	٥٥٩٣	١٠٠	٥٨٢٩	١٠٠

المصدر : World Energy Supply: Resources, Technologies & Perspectives,

Manfred Grathwohl, Page 128, Table (3-28), 1982.

ملاحظة : (١) (-) تعني صفراً أو غير متوافر.

(٢) (٠٠) تعني رقم صغير .

الضرورية القادرة على السيطرة على عملية الاندماج ليتسنى استغلال الحرارة الهائلة الناتجة من التفاعل النووي . ويعتقد بإمكانية الحصول على مقادير هائلة من الطاقة من هذه المصادر نظراً لإمكانية الاستفادة على الصعيد النظري حتى الآن من نسبة كبيرة جداً من الطاقة المخزنة في الوقود النووي الاندماجي مقارنة بالمفاعلات الانشطارية . وتبذل الدول الصناعية جهوداً كبيرة لتطوير هذه التكنولوجيا ولكن العلماء لم يصلوا حتى الآن إلى نتائج نهائية .

● ثانيا : مصادر الطاقة المتجددة غير العادية :

(Unconventional Renewable Energy Sources)

تعتبر الطاقة الشمسية مصدرا رئيسيا لمعظم مصادر الطاقة المتجددة سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ما عدا غاز الهيدروجين الذي سوف نستعرضه باختصار في نهاية هذا الجزء .

إن الطاقة الشمسية المباشرة مصدر غير محدود للطاقة وهي موضع اهتمام الباحثين للوصول الى طرق ملائمة للاستفادة منها . فهناك العديد من مشاريع الابحاث الضخمة لتطوير هذا المصدر للاستفادة منه في انتاج الكهرباء والتبريد . ولكن الاستخدامات ذات الجدوى الاقتصادية في الوقت الحاضر تنحصر في التدفئة وتسخين المياه وبعض أغراض الزراعة وأخيرا عمليات التحويل الكهروضوئية (Photovoltaic Conversion) . أما انتاج الكهرباء على نطاق تجاري بواسطة الطاقة الشمسية فليس ممكنا في الوقت الحاضر نظرا لارتفاع التكلفة مقارنة مع تكلفة استخدام المصادر التجارية الاخرى . أما عمليات التحويل الكهروضوئية فيقصد منها استخدام الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) في انتاج الكهرباء مباشرة من الطاقة الشمسية . ونظرا لارتفاع تكاليف تصنيعها فان استخداماتها تنحصر في الأجهزة الالكترونية والأقمار الصناعية .

هذا وتتفاوت الجدوى الاقتصادية لاستخدامات الطاقة الشمسية من منطقة الى اخرى اعتمادا على عوامل عديدة أهمها عدد ساعات ظهور الشمس ومتوسط درجة الحرارة ومدى تطابق فترة ظهور الشمس مع فترة اشتداد الطلب على الطاقة الكهربائية ودرجة الرطوبة بالإضافة الى عوامل تكنولوجية مثل كفاءة خلايا التحويل .

وتشمل الطاقة الشمسية غير المباشرة عدة مصادر مثل الرياح (Wind Energy) والأمواج (Wave Energy) وفوارق درجات المحيطات (Ocean Thermal Energy) والمواد العضوية (Biomass) وأخيرا عملية المد والجزر (Tidal Energy) . وتتميز هذه

المصادر بتواجدها في مناطق معينة من الكرة الأرضية وإن كانت غير ناضبة لتجدها المستمر.

وتهدف الأبحاث الجارية في عدد كبير من دول العالم إلى استغلال الطاقة الميكانيكية المخترنة في الرياح والأمواج وحركة المد والجزر في إنتاج الكهرباء. ولكن عدم الجدوى الاقتصادية لهذه المصادر يجعلها مصادر غير مهمة حاليا ويستبعد دخولها في أسواق الطاقة في المستقبل القريب على نطاق تجاري. ولكن ذلك لا يمنع من احتمال استخدامها بشكل محدود في بعض مناطق العالم كما في المناطق النائية من بعض الدول.

أما الطاقة العضوية فتتولد عند تحويل الكائنات العضوية إلى أنواع مختلفة من الوقود. وتشمل الكائنات العضوية البقايا الزراعية والحيوانية والقيمة ومنتجات الغابات. ويستفاد من هذه المواد العضوية عن طريق الحرق المباشر كما هي الحال بالنسبة لمنتجات الغابات أو بتحويلها إلى أنواع مختلفة من الكحوليات كالميثانول والايثانول من خلال عمليات كيميائية وإنتاج غاز الميثان. وتعتبر هذه المصادر ذات أهمية محلية في بعض أجزاء العالم وخصوصا الدول النامية ولكن لا يتوقع دخولها أسواق الطاقة على نطاق تجاري في المستقبل المنظور.

وأخيرا نشير إلى الهيدروجين كمصدر للطاقة. إن هذا المصدر ما زال يتطلب جهودا كبيرة لتطويره وتحقيق جدواه الاقتصادية. ولكن نظرا لما يمثله هذا المصدر من إمكانات غير محدودة فإن الأبحاث مستمرة للوصول إلى طرق فعالة واقتصادية لفصل الهيدروجين من الماء. أما استخدامات الهيدروجين الحالية فتتخصص في الصناعات المختلفة كمصانع التكرير والكيمياء. ولا يستخدم الهيدروجين كوقود إلا في الصواريخ والمركبات الفضائية التي لا تشكل فيها تكاليف الوقود أهمية تذكر بالمقارنة مع إجمالي التكاليف.

د - العوامل التي تحد من ندرة المواد الطبيعية

من المحتمل تعرض النمو الاقتصادي في العالم إلى التباطؤ مستقبلا نظرا لوجود علاقة مباشرة بين حجم الناتج القومي الإجمالي واستهلاك الطاقة في معظم

الاقتصادات المتقدمة من جهة ومحدودية مصادر الطاقة المختلفة من جهة أخرى . ولكن هذا الاحتمال ليس قويا كما يبدو لأول وهلة نظرا لوجود عوامل عديدة تسهم في الحد من ندرة مصادر الطاقة وتسمح بالسيطرة على التكاليف ومنع ارتفاعها في المستقبل مما يضمن للعالم امكانية استمرار النمو الاقتصادي لفترة طويلة كما حدث في الماضي . ونذكر هنا بعض هذه العوامل باختصار :

أولا : عملية التكيف (Adaptation) : ان قدرة الانسان على التكيف مع البيئة أو مع المعطيات المستجدة في حياته تعتبر ضرورية للحد من ارتفاع تكاليف الانتاج ويتم ذلك من خلال تعويض مواد أولية وتكنولوجيا جديدة محل تلك التي ارتفعت تكاليفها .

ثانيا : الابتكارات في مجال التكنولوجيا (Technological Innovation) : في سياق المواجهة بين المجتمعات ومشكلات الندرة في مصادر الطاقة تظهر الابتكارات التي تكون عادة نتيجة لتباين الأسعار النسبية لعوامل الانتاج . وتجدر الاشارة الى أن هذه الابتكارات لا تحدث بشكل مجرد ولكنها حصيلة الأبحاث الهادفة لحل المشكلات التي تواجه المجتمعات في حقل الموارد الطبيعية بشكل عام .

ثالثا : التقدم في تكنولوجيا البحث والاستكشاف : ان اكتشاف الاحتياطيات الضخمة من مصادر الطاقة المختلفة بشكل خاص والموارد الطبيعية بشكل عام يأتي عادة نتيجة للتقدم التقني في مجالات البحث والتنقيب . ولعل من المناسب ذكر بعض أوجه هذا التقدم وذلك على سبيل المثال لا الحصر :

أ - التصوير الجوي (Aerial Photography) والذي بواسطته اصبح من الممكن وضع سجل مفصل عن طبيعة الأرض وتضاريسها بالإضافة الى معرفة مميزات طبقاتها السفلى .

ب - طرق المسح الجيولوجية (Geological Survey Techniques) وهذه الطرق نافعة في مجالات متعددة مثل بناء الطرق والبحث عن المعادن وأخيرا في مساعدة المزارعين الباحثين عن انواع معينة من التربة . وهناك نوعان آخران من عمليات المسح وهي العمليات الجيوفيزيائية (Geophysical) والتي تعتمد على الخواص

الفيزيائية كالمغناطيسية والجاذبية والقدرة على نقل الذبذبات من جهة والعمليات الجيوكيميائية (Geochemical) التي تصلح للتأكد من وجود بعض المعادن النادرة ذات التركيز المتدني والتي لا يمكن اكتشافها بالطرق السابقة من جهة أخرى.

رابعا : التقدم في تكنولوجيا الانتاج : هناك تطورات مستمرة في المجالات المتعلقة بالانتاج ومدى كفاءته وفي هذا المجال يمكن ذكر عدة أمثلة ، أهمها : زيادة نسبة الانتاج من آبار النفط من خلال استخدام طرق حديثة والاتجاه نحو زيادة استغلال الخامات الموجودة بتركيز منخفض في بعض المناطق مثل اكسيد اليورانيوم ، والتقدم في صناعة الاخشاب ، حيث ان المخلفات الناتجة من قطع الاخشاب يجري استغلالها في صناعة الألواح المضغوطة بدلا من التخلص منها .

خامسا : استبدال الموارد النادرة بالمواد الاقل ندرة في الصناعة (Substitution in Industry) : ان أفضل مثال على ذلك هو التحول التدريجي (الذي حدث للصناعة في اوروبا) من استخدام الاخشاب الى استخدام الفحم وذلك لانحسار الغابات وبالتالي ارتفاع التكاليف . وكذلك الاتجاه نحو النفط بسبب توافره وسهولة استخدامه ورخصه . وهناك أمثلة أخرى كاستبدال المطاط المصنع من النفط مكان المطاط الطبيعي واستبدال الانسجة الطبيعية بالانسجة الصناعية وايضا استبدال النحاس بالألومنيوم في الاستخدامات المختلفة .

سادسا : اقتصاديات الحجم (Economies of Scale) : ان وجود اقتصاديات الحجم في الصناعات المختلفة يعني امكانية الاستفادة من مزايا الانتاج الكبير وبالتالي تخفيض متوسط التكلفة مما يؤدي الى استخدام كميات اقل من الموارد الطبيعية النادرة . فعلى سبيل المثال يمكن القول بأن مزايا الانتاج الكبير الموجودة في صناعة انتاج الكهرباء تسمح بزيادة كفاءة الانتاج وبالتالي تقلل من الكميات المستخدمة من مصادر الطاقة لانتاج كمية معينة من الكهرباء .

سابعا : الاستبدال في الاستهلاك (Substitution in Consumption) : ان التحولات التي تصيب أنماط الاستهلاك تعتبر من العوامل المهمة التي تخفف من ندرة الموارد الطبيعية وذلك من خلال التقليل من استخدام بعض الموارد التي تتصف بالندرة في

مقابل زيادة استخدام المصادر الأخرى. فالتحول من استخدام السيارات الشخصية إلى وسائل المواصلات الجماعية يقلل من استخدام وقود البنزين النادر نسبيا بالمقارنة مع الديزل أو الكهرباء. أما بالنسبة للموارد الأخرى فهناك التحول من اللحوم إلى الحبوب وكذلك التحول من الأخشاب الطبيعية إلى الأخشاب المضغوطة.

ثامنا: تحسين المواصلات والتجارة الخارجية: إن التوسع في استخدام وسائل المواصلات وتشجيع التجارة الخارجية ييسر استغلال احتياطيات الموارد الطبيعية المتواجدة في المناطق النائية من العالم وخصوصا في الدول النامية التي تتركز فيها معظم الاكتشافات الجديدة لمصادر الطاقة. كما إن ذلك يتيح الفرصة للاستفادة من الميزة النسبية التي تتمتع بها كل دولة.

ثاسما: التدوير (Recycling): لقد ازداد الاهتمام بالتدوير (إعادة الاستخدام) حديثا بسبب ما تمثله هذه العملية من توفير للموارد الطبيعية وتقليل من التلوث الناتج من القمامة. ولتوضيح المقدار الذي يمكن توفيره من خلال عملية التدوير سنفترض أن ٨٠٪ من الكمية الكلية المستخدمة من المورد الطبيعي سنويا يمكن استرجاعها. فعندئذ يمكن لـ ١٠٠ طن من مورد معين اشباع طلب يعادل الكمية الأصلية عدة مرات.

$$\text{الكمية الكلية بعد التدوير} = ١٠٠ + ٨٠ + ٦٤ + ٥١٢ + \dots$$

$$= ١٠٠ (١ + ٨ + ٨^٢ + ٨^٣ + \dots)$$

$$= ١٠٠ (١ / (١ - ٨)) = ١٠٠ (٥) = ٥٠٠ \text{ طن}$$

يتضح من المثال السابق أن عملية التدوير تضاعف الفائدة من مقدار معين من المورد الطبيعي المستخدم مما يطيل من عمر المورد. هذا ويختلف مقدار التدوير الأمثل من مجتمع إلى آخر اعتمادا على العوامل الاقتصادية السائدة من حيث أجور الأيدي العاملة والسياسة الضريبية.

مراجع الفصل الثالث

- Manfred Grathwohl, World Energy Supply , Resources, Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- Joseph P. Riva, Jr., World Petroleum Resources and Reserves, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- E.N. Tirsatsoo, Natural Gas, Scientific Press Ltd., England, Third Edition, 1979.
- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.
- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.
- Diana Schumacher, Energy : Crisis or Opportunity, McMillan Publishers Ltd., England, 1985.
- Robert L. Loftness, Energy Handbook, Van Nostrand Rein Hold Co., U.S.A., 2nd Edition, 1984.
- Sybil P. Parker, Editor, McGraw-Hill Encyclopedia of Energy, McGraw-Hill Book Company, U.S.A., 2nd Edition, 1981.
- Don Hedley, World Energy : The Facts & The Future, Euromonitor Publications Ltd., England, 1981.
- Robert A. Meyers, Editor, Handbook of Energy Technology and Economics, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1983.
- Donald L. Wise, Editor, Fuel Gas Systems, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A., 1983.
- Charles W. Howe, Natural Resource Economics, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1979.
- Richard L. Gordan, World Coal : Economics, Politics, and Prospects, Cambridge, U.K., Cambridge University Press, 1987.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية،

القاهرة، ١٩٨٦.

- حسين عبدالله، اقتصاديات البترول، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٦.

الفصل الرابع

النظرية الاقتصادية

واستغلال الموارد الناضبة

(Economic Theory and Exhaustible Resources)

أ- تمهيد :

(أ - ١) سعر الفائدة .

(أ - ٢) دور سعر الفائدة .

(أ - ٣) كيفية تحديد سعر الفائدة التوازني .

ب - القيمة الحالية :

(ب - ١) كيفية حساب القيمة الحالية .

(ب - ٢) تأثير سعر الفائدة في القيمة الحالية .

(ب - ٣) تعظيم القيمة الحالية .

ج - معيار الاستغلال الأمثل للموارد الناضبة :

(ج - ١) تعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب : تكلفة

الاستنزاف والتوازن في السوق .

(ج - ٢) سوق المنافسة الكاملة وشرط تعظيم القيمة الحالية .

(ج - ٣) سوق الاحتكار وشرط تعظيم القيمة الحالية .

(ج - ٤) مقارنة سعر المورد الناضب في سوق المنافسة

الكاملة بسعره في سوق الاحتكار.

د- العوامل التي تؤثر في تكلفة الاستنزاف:

(د - ١) التغيرات في سعر الفائدة.

(د - ٢) التغيرات في الاحتياطي.

(د - ٣) التقدم التكنولوجي.

(د - ٤) النمو في الطلب.

(د - ٥) وجود مصادر بديلة حاجزية.

هـ- الاختلالات في اسواق الموارد الناضبة:

(هـ - ١) عدم تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي.

(هـ - ٢) عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع نظيره في السوق.

- المراجع .

أ - تمهيد

يستعرض هذا الفصل النظرية الاقتصادية الكلاسيكية لاستغلال الموارد الناضبة كما وضعها هوتلينج (Hotelling) في سنة ١٩٣٠ . وتستند هذه النظرية الى عدة افتراضات اهمها محدودية الكمية المتوافرة من المورد ومن ثم نضوبه مع الاستخدام من جهة وتوافر اسواق مستقبلية لجميع الفترات من جهة اخرى .

وباختصار شديد ، تؤكد هذه النظرية على ان محدودية الموارد الناضبة من حيث الكميات المتوافرة للانتاج تؤدي بالضرورة الى ترابط قرارات الانتاج الحالية مع القرارات المستقبلية . لذلك فان الفترات الزمنية المتلاحقة لا تتسم بالاستقلالية وعليه يترتب اختيار مستوى الانتاج للمورد الناضب على أساس مقارنة الفترات الحالية مع الفترات المستقبلية . ويؤكد هذا النمط من التحليل بالضرورة على أهمية عامل الزمن مما يجعل التحليل الاستاتيكي التقليدي غير مناسب لتحديد الحجم الأمثل للانتاج للفترات الزمنية المتتالية . وبعبارة أخرى فإن الإطار المناسب لمعالجة مشكلة استغلال الموارد الناضبة هو التحليل الديناميكي .

وسوف نوضح في بقية هذا الفصل المعيار الديناميكي الذي يجب تحقيقه لضمان استغلال المورد الناضب بشكل أمثل . ومن ثم تنتقل الى الحديث عن العوامل التي تؤثر في سعر المورد الناضب ارتفاعا وانخفاضا . وأخيرا نشير الى بعض الاختلالات الهيكلية في السوق والتي تؤدي الى عدم الاستقرار في اسواق الموارد الناضبة مما يقود الى عدم تناسب الانتاج مع رغبات المجتمع .

ولكن من الضروري في البداية استعراض بعض المفاهيم الاساسية لتوضيح معيار الاستخدام الأمثل للمورد الناضب والتي تتمثل في سعر الفائدة ومفهوم القيمة الحالية .

(أ - ١) سعر الفائدة (Interest Rate) :

إن مقارنة الكميات النقدية الحالية مع الكميات المستقبلية (الارادات، التكاليف، الأرباح) تتطلب استخدام سعر الفائدة السائد في السوق وذلك لأهمية الترتيب الزمني لتوافر هذه المقادير نظراً لإمكانية إعادة استثمارها للحصول على فوائد مصرفية أو عائداً من الاستثمار. فكما هو معروف أن الدينار المتوفر حالياً لا يساوي الدينار المتوفر بعد سنة وذلك لإمكان وضع الدينار الحالي في البنك والحصول على فائدة لمدة سنة كاملة، أي أن الدينار الحالي يساوي (١ + سعر الفائدة) ديناراً في نهاية السنة.

ونشرح فيما يلي دور سعر الفائدة في تحديد مدى التفضيل الزمني للاستهلاك كما نوضح ميكانيكية تحديد سعر الفائدة في الاقتصاد، وذلك بافتراض أن الفترة الواحدة تمثل سنة كاملة.

(أ - ٢) دور سعر الفائدة :

يمثل سعر الفائدة مفتاح التوزيع الأمثل للموارد الاقتصادية الناضبة بين الفترات الزمنية ويقوم سعر الفائدة بهذه الوظيفة من خلال خلق سعر للاستهلاك المستقبلي مقارنة مع الاستهلاك الحالي. فمن المعروف بأن النظرية الاقتصادية تفترض بأن كل مستهلك يعظم منفعته عن طريق توزيع دخله المتاح بين الفترات المستقبلية والفترة الحالية بحيث يتحقق في هذا التوزيع شرط توازن المستهلك والذي يتطلب تساوي المنفعة الحدية للوحدة النقدية من الاستهلاك عبر الزمن، ويمكننا صياغة شرط التوازن المذكور على شكل المعادلة (١) :

المنفعة الحدية من الاستهلاك الحالي	=	المنفعة الحدية من الاستهلاك المستقبلي
سعر الاستهلاك الحالي		سعر الاستهلاك المستقبلي

(١)

وكما هو موضح تشترط المعادلة أعلاه والتي تمثل فترتين فقط تساوي المنفعة الحدية من الاستهلاك الحالي لكل دينار يصرف حالياً مع المنفعة الحدية من الاستهلاك المستقبلي لكل دينار يصرف آنذاك . وتمثل هذه المعادلة نقطة توازن المستهلك وذلك لأن المستهلك لن يستطيع عندئذ رفع مستوى رفاهيته بأعادة توزيع نمط استهلاكه . ولتوضيح دور سعر الفائدة في توازن المستهلك نبدأ بافتراض ان الدخل المتاح لشخص ما يساوي (د) وان هذا المستهلك يصدد توزيع هذا الدخل المتاح بين الفترة الحالية والفترة المستقبلية (السنة القادمة) . فمن الواضح ان باستطاعة هذا الفرد انفاق (استهلاك) جميع دخله الآن وعدم انفاق اي شيء في الفترة المستقبلية او ادخار جميع دخله الآن وبالتالي انفاق (استهلاك) مقدار يساوي (د + ١ ف) في المستقبل ، حيث ان ف تمثل سعر الفائدة السائد في السوق . وحيث ان الفرد عادة ما يوزع دخله بين الفترتين فان بإمكاننا كتابة معادلة الدخل كالآتي :

$$(٢ أ) \quad \frac{\text{الاستهلاك المستقبلي}}{(١ + ف)} + \text{الاستهلاك الحالي} = د$$

وبمقارنة المعادلة (٢ أ) مع معادلة الدخل المكتوبة بصيغة الأسعار الحالية والمستقبلية كما في (٢ ب) :

$$(٢ ب) \quad \begin{aligned} &\text{الدخل} = \text{الاستهلاك الحالي} \times \text{سعر الاستهلاك الحالي} \\ &+ \text{الاستهلاك المستقبلي} \times \text{سعر الاستهلاك المستقبلي} \end{aligned}$$

نستنتج من المعادلة (٣)، التي تربط بين سعر الفائدة والأسعار الحالية والمستقبلية أن :

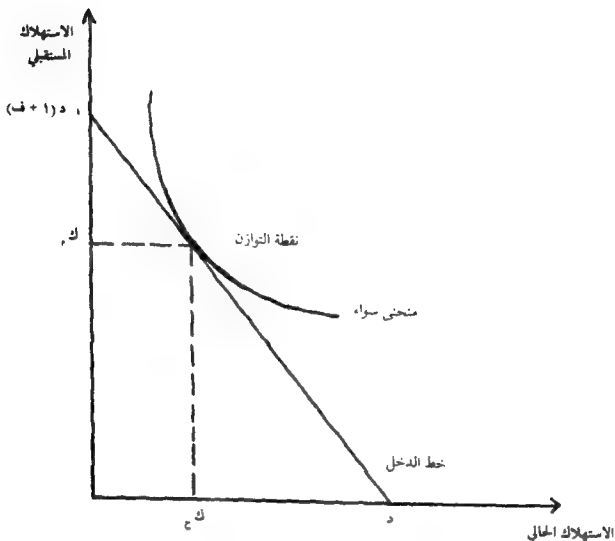
$$\begin{aligned} \text{سعر الاستهلاك الحالي} &= ١ \\ \frac{١}{١ + ف} &= \text{سعر الاستهلاك المستقبلي} \end{aligned}$$

بتعويض المعادلة (٣) في المعادلة (١) نستنتج الآتي :

$$(٤) \quad \frac{\text{المنفعة الحدية للاستهلاك الحالي}}{\text{المنفعة الحدية للاستهلاك المستقبلي}} = ١ + ف$$

يتضح من المعادلة (٤) دور سعر الفائدة في توزيع الاستهلاك بين الفترات المختلفة وأهميته في توازن المستهلك عبر الزمن، حيث نستنتج من المعادلة (٤) بأن الفرد يوزع دخله بين الاستهلاك الحالي والاستهلاك المستقبلي بحيث يتساوى حاصل قسمة المنفعة الحدية من الاستهلاك في كل فترة مع المقدار واحد زائد سعر الفائدة. وبين الشكل (٤ - ١) هذه الفكرة بياناً. ولكي نوضح تأثير مستوى سعر الفائدة على درجة تفضيل الحاضر على المستقبل، نفترض أن سعر الفائدة ارتفع عن مستواه الحالي، عندئذ يحصل خلل في التوازن بسبب كون الطرف الأيسر أكبر من الطرف الأيمن في المعادلة (٤) ولكي يرجع المستهلك إلى حالة التوازن يجب زيادة الطرف الأيمن بمقدار كاف ليتساوى مع الطرف الأيسر. وحيث أن تقليل الاستهلاك يرفع المنفعة الحدية بسبب قانون تناقص المنفعة الحدية لذلك فإن تقليل الاستهلاك الحالي وزيادة الاستهلاك المستقبلي يؤديان إلى زيادة حاصل القسمة في الطرف الأيمن من المعادلة (٤). وتستمر عملية إعادة التوزيع هذه حتى يتساوى طرفا المعادلة.

شكل (٤ - ١) توازن المستهلك



ملاحظة: د - تمثل مقدار الدخل المتاح للاستهلاك الحالي أو ادخاره للمستقبل.

ف - تمثل سعر الفائدة السائد في السوق.

ك ح - تمثل مقدار الاستهلاك الحالي عند نقطة التوازن.

ك - تمثل مقدار الاستهلاك المستقبلي عند نقطة التوازن.

معادلة خط الدخل: $د = \text{الاستهلاك الحالي} + \frac{\text{الاستهلاك المستقبلي}}{(١ + ف)}$

أو:

$د = \text{الاستهلاك الحالي} \times \text{سعر الاستهلاك الحالي}$

$+ \text{الاستهلاك المستقبلي} \times \text{سعر الاستهلاك المستقبلي}$

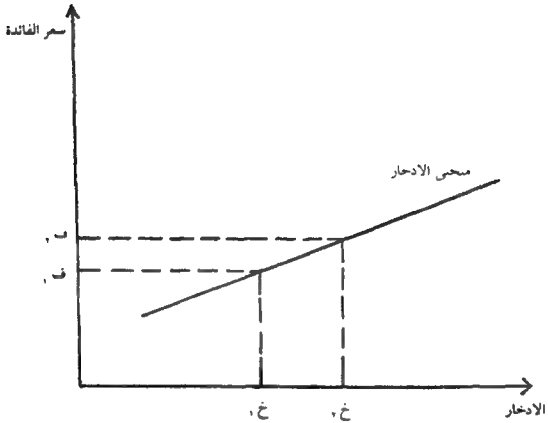
نستنتج من ذلك ان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى تقليل الاستهلاك الحالي وزيادة الاستهلاك المستقبلي (الادخار) ولذلك فانه يمكننا القول ان المستهلك له منحني ادخار خاص به كما في الشكل (٤ - ٢). ويعكس منحني الادخار العلاقة الطردية بين مقدار الادخار وسعر الفائدة السائد في السوق. ويجمع منحنيات الادخار للأفراد نحصل على منحني الادخار للمجتمع الذي يماثل منحني الادخار للفرد في كونه ذا ميل موجب (أي توجد علاقة طردية بين مقدار الادخار وسعر الفائدة السائد في السوق).

(أ - ٣) تحديد سعر الفائدة التوازني :

لكي نبين كيفية الوصول الى نقطة التوازن التي تحدد مقدار الادخار وسعر الفائدة في المجتمع يجب علينا ادخال الجانب الآخر من السوق في هذا التحليل ، والجانب الآخر هو الطلب على المدخرات . يأتي هذا الطلب على المدخرات من وجود امكانيات استثمارية في المجتمع وبما ان هذه الاستثمارات تحتاج للاموال للقيام بها فانه بالامكان ترتيبها على شكل جدول يبين مقدار الاستثمارات المربحة عند كل مستوى من اسعار الفائدة . وحيث ان الفرص الاستثمارية ذات العائد المرتفع يمكن استغلالها أولا حتى بوجود سعر فائدة عال على القروض فانها تأتي في المقدمة وكلما قل سعر الفائدة يكون بالامكان زيادة حجم الاستثمارات عن طريق استغلال الفرص ذات العائد الاقل نسبيا . لذلك فان منحني الطلب على المدخرات يأخذ الشكل العادي لمنحنيات الطلب أي انه ذو ميل سالب كما هو مبين في الشكل (٤ - ٣) ، ويسمى هذا المنحني بجدول الكفاءة الحدية لرأس المال وبين العلاقة العكسية بين سعر الفائدة وحجم الاستثمارات .

وحيث ان جانبي السوق قد اكتملا فانه بوضع هذين المنحنيين وهما منحني الادخار للمجتمع ومنحني الكفاءة الحدية لرأس المال مع بعض نحصل على نقطة التوازن نتيجة للتفاعل بين الطلب والعرض . وبذلك يتحدد سعر الفائدة التوازني ومقدار الادخار والاستثمار التوازني . ويوضح شكل (٤ - ٤) نقطة التوازن (أ) . وتجدر الاشارة هنا بأن التحليل أعلاه يعتمد على تحليلات النظرية الكلاسيكية

شكل (٤ - ٢) متعنى ادخار المستهلك



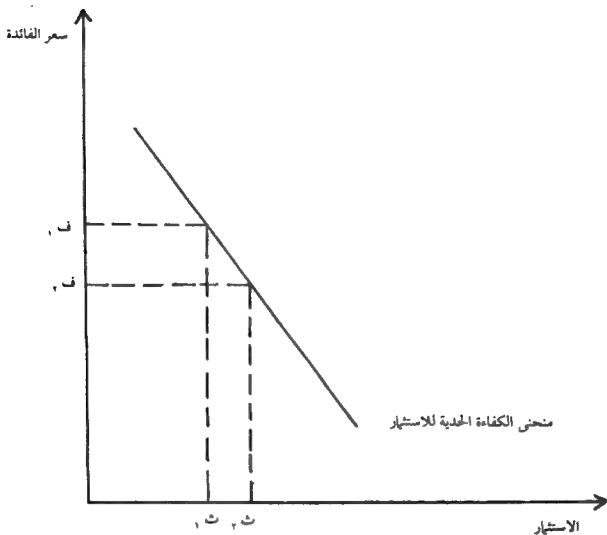
ملاحظة :

$$خ١ = د - ك ح١ = ك م١$$

$$خ٢ = د - ك ح٢ = ك م٢$$

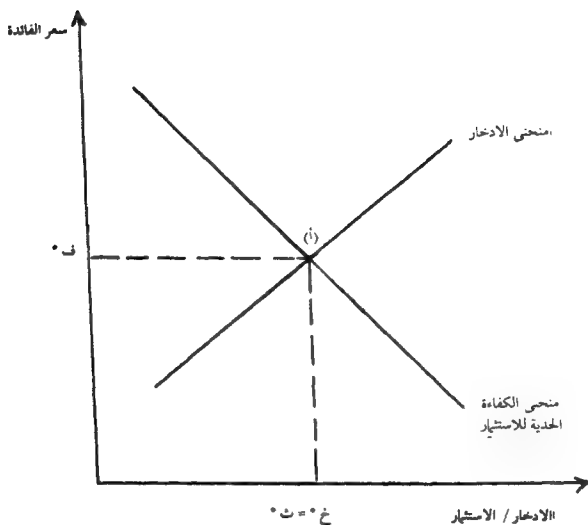
حيث ان ك ح١ وك ح٢ هما الاستهلاك الحالي عند سعري الفائدة ف١
ف٢

شكل (٤ - ٣) : منحنى الكفاءة الحدية لرأس المال



ث_١ و ث_٢ - مقدار الاستثمار عند سعري فائدة ف_١ و ف_٢

شكل (٤ - ٤) : تحديد سعر الفائدة التوازني



ملاحظة : (ف) تمثل سعر الفائدة التوازني .

خ* - الادخار التوازني .

ث* - الاستثمار التوازني .

للدخل والاستخدام والتي نفترض وجود هذه الميكانيكية في الاسواق الحرة. ولكن ليس من الضروري لأغراض البحث الحالي ان يتحدد سعر الفائدة نتيجة هذه التفاعلات بل يكفي وجود سعر الفائدة حتى ولو تم تحديده بواسطة السياسة النقدية للدولة.

ب - القيمة الحالية (Present Value)

سوف نشرح فيما يلي مفهوم القيمة الحالية وأهميتها وكيفية حسابها وأخيرا العوامل التي تؤثر فيها، ثم نتقل الى شرح كيفية تعظيم القيمة الحالية في ظل سياسات مختلفة تؤدي الى قيم حالية متباينة.

تتخذ المؤسسات القرارات الانشائية والتسعيرية بالاعتماد على توقعاتها بالنسبة للإيرادات والتكاليف والأرباح في الفترة الحالية والفترة المستقبلية. ونظرا لأهمية الترتيب الزمني لهذه المقادير النقدية كما سبق وان ذكرنا بسبب توافر امكانية اعادة استثمارها في البنوك على شكل ودائع أو بشكل آخر لذلك تبرز الحاجة لاختيار طريقة مناسبة تتيج مقارنة هذه الكميات المتباعدة زمنيا على أساس واحد.

إن حل هذه المعضلة يتطلب استخدام مفهوم القيمة الحالية، ويقصد بذلك تحويل الكميات المستقبلية جميعها الى كميات حالية باستعمال سعر الفائدة السائد في السوق. وبذلك تتم معرفة القيمة الحالية لهذه المقادير المستقبلية ومن ثم تسهل عملية مقارنتها. ويتم ذلك عن طريق خصم هذه الكميات تباعا حتى يتم توصيلها الى الحاضر.

وبالإضافة الى فائدة حساب القيمة الحالية في الحصول على مقادير يمكن مقارنتها مع كونها متباعدة زمنيا فانه ايضا يمكننا الاستفادة من هذه الطريقة في قياس تأثير السياسات المختلفة للمؤسسة على هذه الكميات وبالتالي اختيار تلك السياسة التي تجعل القيمة الحالية اكبر ما يمكن. وبذلك يمكن للمؤسسات ان تهتدي الى السياسة الانشائية والتسعيرية التي تتيج لها الحصول على اعظم قيمة حالية لأرباحها حيث يمثل الربح الهدف الاساسي من الانتاج كما هو معروف.

(ب - ١) كيفية حساب القيمة الحالية :

نفترض ان الكميات الحالية والمستقبلية المتوقعة (قد تكون ايرادات او تكاليف أو الفرق بينهما أي الأرباح) هي كالتالي :

ك (٠) - الكمية الحالية .

ك (١) - الكمية في السنة القادمة .

ك (٢) - الكمية في السنة الثانية .

ك (٣) - الكمية في السنة الثالثة .

لكي يتم حساب القيمة الحالية لهذه الكميات نفترض ان سعر الفائدة (التوازني) السائد في السوق هو (ف) وبذلك يمكننا حساب القيمة الحالية للمقادير المذكورة عن طريق خصمها كالتالي :

١) القيمة الحالية للكمية الحالية هي : ق ح (٠) = ك (٠)

٢) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد سنة هي : ق ح (١) = $\frac{\text{ك (١)}}{(١ + \text{ف})}$

٣) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد سنتين هي :

ق ح (٢) = $\frac{\text{ك (٢)}}{(١ + \text{ف})^2}$

٤) القيمة الحالية للكمية المتوقعة بعد ثلاث سنوات هي :

ق ح (٣) = $\frac{\text{ك (٣)}}{(١ + \text{ف})^3}$

ويرجع السبب في ذلك الى ان الدينار الحالي يمكن ايداعه في البنك للحصول على فائدة مقدارها (ف) بالاضافة الى القيمة الاساسية عند نهاية السنة الاولى .

أي ان الدينار الحالي يصبح (١ + ف) ديناراً بعد سنة وتبعاً لذلك فان الدينار المستقبلي يساوي فقط (١/١ + ف) في الوقت الحاضر . وعليه فالقيمة الحالية للكمية ك (١) تساوي ك (١)/(١ + ف)

ولحساب القيمة الحالية لاية كمية مستقبلية فانه بإمكاننا استخدام الصيغة العامة كما في المعادلة (٥) التالية :

$$(٥) \quad \boxed{\text{ق ح (ن)} = \frac{\text{ك (ن)}}{(١ + \text{ف})^n}}$$

حيث تشير ن الى السنة التي تتوفر فيها الكمية .
ولحساب القيمة الحالية لمجموع الكميات المذكورة فاننا نجتمع القيمة الحالية لكل كمية وبذلك نحصل على الاتي :

$$\begin{aligned} \text{القيمة الحالية لمجموع الكميات} &= \text{ق ح (٠)} + \text{ق ح (١)} + \text{ق ح (٢)} + \text{ق ح (٣)} \\ \text{مجموع ق ح} &= \text{ك (٠)} + \text{ك (١) / (١ + ف)} + \text{ك (٢) / (٢ + ف)} + \text{ك (٣) / (٣ + ف)} \end{aligned}$$

مثال عددي : كيفية حساب القيمة الحالية .

نفترض ان ك (٠) = ١١٠ ، ك (١) = ١١٠ ، ك (٢) = ١١٠ دنانير .
وأن سعر الفائدة السائد (ف) = ١٠٪ ، احسب القيمة الحالية لمجموع المقادير السابقة؟

$$\begin{aligned} \text{ق ح (٠)} &= \text{ك (٠)} = ١١٠ \text{ دينار} \\ \text{ق ح (١)} &= \text{ك (١) / (١ + ف)} = ١١٠ / (١ + ١) = ١٠٠ \text{ دينار} \\ \text{ق ح (٢)} &= \text{ك (٢) / (٢ + ف)} = ١١٠ / (٢ + ١) = ٩٠٫٩ \text{ دينار} \\ \text{إذاً مجموع ق ح} &= \text{ق ح (٠)} + \text{ق ح (١)} + \text{ق ح (٢)} \\ &= ١١٠ + ١٠٠ + ٩٠٫٩ = ٣٠٠٫٩ \text{ دينار} \end{aligned}$$

(ب - ٢) تأثير سعر الفائدة في القيمة الحالية :

لاحظنا عند حساب القيمة الحالية لاية كمية مستقبلية ان سعر الفائدة يظهر دائماً في المقام ، لذلك فان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى زيادة المقام وبالتالي الى تقليل القيمة الحالية لهذه الكمية . ويعني هذا تقليل اهمية الكميات المستقبلية بالمقارنة مع الكميات الحالية . اضافة الى ذلك ، فانه كلما كانت الكمية بعيدة زمنياً زاد تأثير ارتفاع سعر الفائدة على قيمتها الحالية بسبب تضاعف المقام . والعكس صحيح ايضاً ، حيث ان انخفاض سعر الفائدة يؤدي الى زيادة أهمية الكميات المستقبلية بالمقارنة مع الكميات الحالية .

نستنتج مما ذكر ان سعر الفائدة يحدد مدى اهمية المستقبل مقارنة بالحاضر . فكلما زاد سعر الفائدة قلت أهمية المستقبل مقارنة بالحاضر وكلما قل سعر الفائدة زادت اهمية المستقبل مقارنة بالحاضر . واعتيادا على ذلك يمكننا القول انه في حالة ارتفاع سعر الفائدة فان السياسات التي تركز على المدى القصير تصبح هي المفضلة في حين يرجح انخفاض سعر الفائدة السياسات ذات التركيز على المدى الطويل . وبعبارة اخرى ، يمكن القول ان المؤسسة التي تنتهج السياسات القصيرة الأمد تستعمل سعر فائدة أعلى من تلك المؤسسات ذات الأمد البعيد وبالتالي فان النوع الاول ينحصر الكميات المستقبلية بحدة مقارنة بالنوع الثاني .

(ب - ٣) تعظيم القيمة الحالية :

من المعروف ان المؤسسات تهتم بالحصول على اعلى الارباح الممكنة من عملياتها الانتاجية ، ومن ثم فانها تبحث عن طريقة لتعظيم ارباحها على مدى الفترات القادمة كلها وذلك باتباع السياسات الانتاجية والتسعيرية المناسبة . ومن هنا فان تحديد القيمة الحالية للارباح المستقبلية الناتجة عن كل سياسة انتاجية مهم جدا لانه بالامكان مقارنة هذه القيم الحالية واختيار السياسة التي تحقق اعظم قيمة حالية ممكنة .

وفي حالة وجود عدد كبير من السياسات التي يمكن اتباعها والتي تؤدي الى نتائج مختلفة فان الكيفية التي يمكن بواسطتها تحديد القيمة العظمى بدون مقارنة جميع الاحتمالات هي كتابة القيمة الحالية للكميات المستقبلية على شكل متغيرات ومن ثم تطبيق المبادئ الرياضية لتعظيم الدوال للحصول على شروط تعظيم القيمة الحالية .

ولكننا في هذا الكتاب سوف نستخدم طرقا اقتصادية للوصول الى الشروط الواجب توافرها لتعظيم القيمة الحالية بدلا من الاساليب الرياضية . ومن الجدير بالذكر انه في حالة استقلالية الفترات المتتالية فان تعظيم القيمة الحالية لمجموع الكميات المستقبلية يمكن التوصل اليه عن طريق إيجاد القيمة العظمى لكل كمية على حدة ومن ثم جمع هذه القيم العظمى .

ج - معيار الاستغلال الأمثل للموارد الناضبة

بما ان الموارد الناضبة محدودة الكمية فان الانتاج الحالي والمستقبلي مترابطان ببعضهما لذلك فان توافر الشروط الاستاتيكية لاستغلال الموارد لا يكفي بل يجب توافر الشرط الديناميكي ايضا والذي يتعلق بالاستغلال الأمثل للموارد الناضبة عبر الزمن . ويعتمد الشرط الديناميكي على مفهوم تكلفة الاستنزاف والتوازن بين المردود الحالي والمستقبلي من استغلال المورد الناضب .

(ج - ١) تعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب : (تكلفة الاستنزاف والتوازن في السوق)

يتطلب الاستغلال الأمثل للمورد الناضب سواء من قبل المنتجين الصغار في سوق المنافسة الكاملة او المنتج الوحيد في سوق الاحتكار توفر شرطين اساسيين . يتعلق الشرط الاول باختيار حجم الانتاج الذي يتحقق عنده شرط تعظيم الارباح من الناحية الاستاتيكية . ويتطلب هذا الشرط تساوي التكلفة الحدية مع الايراد الحدي ، مع العلم ان التكلفة الحدية تشمل تكلفة الانتاج الحدية بالإضافة الى تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف ، انظر المعادلتين (٧) و(٨) .

(٧)

التكلفة الحدية = الايراد الحدي

حيث ان التكلفة الحدية = تكلفة الانتاج الحدية + تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف .

(٨)

إذا
تكلفة الانتاج الحدية + تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف
= الايراد الحدي

ويرجع السبب في اعتبار تكلفة الفرصة للبرميل المستنزف جزءاً من التكلفة الحدية هو ان انتاج البرميل يعني خسارة الوحدة المنتجة الى الابد وذلك لمحدودية المورد. وعليه فان تكلفة الفرصة للبرميل (أو تكلفة الاستنزاف كما سنطلق عليها) تمثل التعويض الذي ينبغي للمالك المورد ان يحصل عليه لتشجيعه على الانتاج. بذلك يمكننا اعادة كتابة المعادلة (٨) لتصبح كالآتي :

$$(٩) \quad \text{تكلفة الانتاج الحدية} + \text{تكلفة الاستنزاف} = \text{الايراد الحدي}$$

أما الشرط الثاني فانه يتعلق بالمعيار الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد، ويتطلب هذا الشرط توافر التوازن الديناميكي في السوق. ويتحقق هذا التوازن عندما يكون الانتاج موزعاً على الفترات المختلفة بحيث يستحيل الحصول على مقدار أكبر من التعويضات من خلال اعادة توزيع الانتاج. وبعبارة أخرى، يجب ان تكون تكاليف الاستنزاف (التعويض عن البرميل المستنزف) متساوية من حيث القيمة الحالية لجميع الفترات. ولا شك ان توفر هذا الشرط كاف لضمان عدم وجود اي حافز لاعادة توزيع الانتاج على الفترات الزمنية المختلفة.

ويمكن كتابة هذا المعيار الديناميكي باستخدام المعادلات كما يلي :

المعيار الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد :

$$\begin{aligned} & \text{تكلفة الاستنزاف الحالية} = \text{القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الاولى} . \\ & = \text{القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الثانية} . \\ & = \text{القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف في السنة الثالثة} . \end{aligned}$$

وباستعمال الرموز $s(0)$ للدلالة على تكلفة الاستنزاف الحالية، $s(1)$ للدلالة على تكلفة الاستنزاف في السنة الاولى وهكذا، يمكننا كتابة المعيار الديناميكي للاستغلال الأمثل للمورد الناضب كالآتي :

$$(10) \quad \frac{\text{ت س (ن)}}{(ف + 1)^5} = \dots = \frac{\text{ت س (2)}}{(ف + 1)^2} = \frac{\text{ت س (1)}}{(ف + 1)^1} = \text{ت س (0)}$$

وبإعادة كتابة المعادلة (١٠) يمكننا استنتاج الصيغة العامة للعلاقة بين تكاليف الاستنزاف المختلفة .

$$(11) \quad \begin{aligned} \text{ت س (1)} &= \text{ت س (0)} (ف + 1) \\ \text{ت س (2)} &= \text{ت س (1)} (ف + 1) \\ \text{ت س (ن)} &= \text{ت س (ن - 1)} (ف + 1) \end{aligned}$$

يتضح من المعادلة (١١) ان تحقق الشرط الديناميكي لتعظيم القيمة الحالية للمورد الناضب يفرض زيادة تكلفة الاستنزاف بمقدار يساوي سعر الفائدة بين كل سنة وأخرى .

من الملاحظ انه ليس هنالك اي تعارض بين الشرط الاستاتيكي لاستغلال المورد والشرط الديناميكي حيث ان الأول يفترض تساوي التكلفة الحدية مع الأيراد الحدي في حين يفترض الثاني زيادة الفرق بين الأيراد الحدي وتكلفة الانتاج الحدية بمقدار يساوي سعر الفائدة، علما بأن التكلفة الحدية تساوي التكلفة الحدية للانتاج زائد تكلفة الاستنزاف .

وكما ذكرنا سابقا، تعتبر تكلفة الاستنزاف جزءا من التكلفة الحدية نظرا لان كمية المورد الناضب محدودة مما يؤدي الى خسارة الوحدة المنتجة الى الابد . ولتعويض هذه الخسارة تضاف تكلفة الاستنزاف الى تكلفة الانتاج الحدية لتمثل تكلفة الفرصة للوحدة المستنزفة من المورد الناضب .

ولكي نوضح العلاقة بين تكلفة الاستنزاف وسعر المورد الناضب ينبغي تفسير المعيار الديناميكي للاستغلال الامثل للمورد الناضب تحت ظل المنافسة التامة والاحتكار .

وفيا يلي نتطرق الى سوق المنافسة الكاملة أولا ثم نتقل الى سوق الاحتكار.

(ج - ٢) سوق المنافسة الكاملة وشرط تعظيم القيمة الحالية :

سوف نحدد العلاقة بين السعر وتكلفة الاستنزاف في حالة وجود سوق منافسة كاملة والتي تتمثل بتوافر الشروط الآتية :

(١) عدد كبير من المنتجين والمستهلكين وصغر الاهمية السوقية لاي منتج او مستهلك على انفراد.

(٢) توفر المعلومات عن الاسعار الحالية والمستقبلية للجميع .

(٣) غياب عوائق الدخول الى السوق للمنتجين والمستهلكين على السواء .

(٤) تجانس السلعة المنتجة بشكل تام .

سوف نحلل هنا الحالة البسيطة والتي تتمثل في كون تكلفة الانتاج الحدية ثابتة لا تتغير بتغير حجم الانتاج . ولقد اخترنا هذه الحالة لسهولة تحليلها مما يجعل الأفكار المقدمة واضحة دون التفريط بالنتائج العامة .

تتميز سوق المنافسة الكاملة عند التوازن بتساوي الايراد الحدي مع السعر السائد في السوق لجميع المنتجين ، ويمثل السعر السائد في السوق السعر التوازني للمورد موضع البحث . لذلك فان تكلفة الاستنزاف التي تساوي الايراد الحدي ناقص تكلفة الانتاج الحدية تساوي ايضا سعر المورد الناضب ناقص تكلفة الانتاج الحدية .

أي ان $\text{تكلفة الاستنزاف} = \text{السعر} - \text{تكلفة الانتاج الحدية}$

وبما ان المعيار الديناميكي لاستغلال المورد بكفاءة يتطلب زيادة تكلفة الاستنزاف بمقدار سعر الفائدة ، نستنتج اذن ان الفرق بين سعر المورد الناضب وتكلفة الانتاج الحدية يجب ان يزداد بمقدار سعر الفائدة عبر الزمن .

ولتوضيح ذلك جبريا نفترض أن :

ع (٠) - سعر المورد الناضب الآن.

ع (١) - سعر المورد الناضب بعد سنة.

ت س (٠) - تكلفة الاستنزاف الحالية.

ت س (١) - تكلفة الاستنزاف بعد سنة.

أ ح (٠) - الأيراد الحدي الحالي.

أ ح (١) - الأيراد الحدي بعد سنة.

ت ح - تكلفة الانتاج الحدية الحالية او المستقبلية (متساويتان).

ف - سعر الفائدة السائد في السوق.

ويتطلب المعيار الديناميكي تحقق المعادلة (١١)، أي ان :

$$(١١) \quad \text{ت س (١)} = \text{ت س (٠)} (١ + \text{ف})$$

وحيث ان $\text{ت س (٠)} = \text{أ ح (٠)} - \text{ت ح}$

وبما أن $\text{أ ح (٠)} = \text{ع (٠)}$ في سوق المنافسة الكاملة.

إذا $\text{ت س (٠)} = \text{ع (٠)} - \text{ت ح}$

و $\text{ت س (١)} = \text{ع (١)} - \text{ت ح}$

وبالتعويض في المعادلة (١١) عن ت س (١) و ت س (٠) بما

يساويها نحصل على المعادلة (١٢).

$$(١٢) \quad \text{ع (١)} - \text{ت ح} = \text{ع (٠)} - \text{ت ح} (١ + \text{ف})$$

ونورد فيما يلي بعض الملاحظات على المعادلة (١٢) :

أولا : يتضح من المعادلة (١٢) بأن شرط تعظيم القيمة الحالية للمورد في سوق المنافسة الكاملة (أو المعيار الديناميكي للاستغلال الأمثل للمورد الناضب) يفرض زيادة الفرق بين تكلفة الانتاج الحدية وسعر المورد بمقدار يساوي سعر الفائدة السائد في السوق من سنة الى اخرى.

ثانيا : في حالة كون تكلفة الانتاج الحدية موجبة فان مقدار الزيادة عبر الزمن في سعر المورد الناضب يكون أقل من سعر الفائدة .

ثالثا : عندما تكون تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفرا (ت ح = صفرا) فان سعر المورد يزداد عبر الزمن بمقدار يساوي سعر الفائدة . ولتوضيح ذلك ، نعوض عن ت ح في المعادلة (١٢) بالقيمة صفرو بالتالي نحصل على المعادلة (١٣) والتي تؤكد على زيادة السعر عبر الزمن بمقدار يعادل سعر الفائدة . ويوضح الشكل (٤ - ٥) منحني السعر .

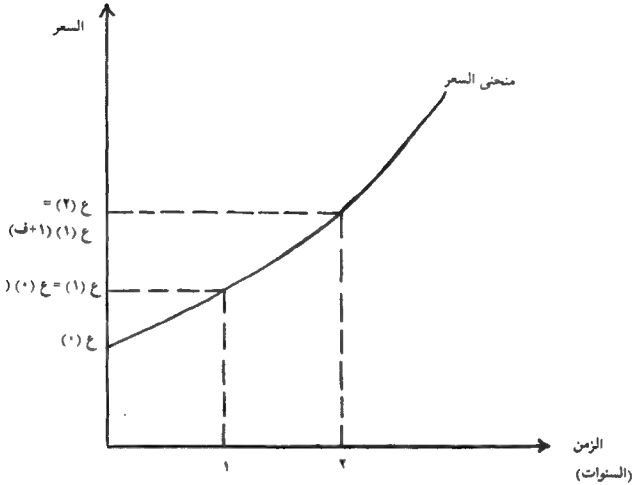
(١٣)

$$ع (١) = ع (٠) (١ + ف)$$

رابعا : من الواضح ان الزيادة في سعر المورد تتحدد بموجب المعادلة (١٢) إلا أن السعر الابتدائي غير محدد ، وعليه فان تحديد السعر الابتدائي لا بد وان يتم عن طريق تفاعل قوى العرض والطلب في السوق بالاضافة الى التوقعات بخصوص اسعار البدائل والظروف الاخرى السائدة .

خامسا : اذا لم تتحقق المعادلة (١٢) فان المنتجين لن يكونوا في حالة توازن . ويمكننا توضيح ذلك عن طريق ملاحظة انه في حالة كون القيمة الحالية لتكلفة الاستنزاف المستقبلية اكبر من تكلفة الاستنزاف الحالية فان المنتجين سوف يقللون انتاجهم الحالي على أمل الحصول على التعويض المرتفع في الفترة القادمة . ويؤدي هذا التصرف الى تقليل الانتاج الحالي ومن ثم رفع السعر الحالي وتخفيض السعر المستقبلي مما يرفع تكلفة الاستنزاف الحالية ويقلل نظيرتها المستقبلية وتستمر هذه العملية حتى يصل السوق الى وضع التوازن وذلك بتساوي طرفي المعادلة (١٢) .

شكل (٤ - ٥) : منحنى السعر للمورد الناضب
في سوق منافسة كاملة



ملاحظة : - تكلفة الإنتاج الحدية تساوي صفر (ت ح = صفر)

ع (٠) تمثل السعر الابتدائي .

ع (١) تمثل السعر بعد سنة .

ع (ن) = ع (٠) (١ - ف) (١ - ن)	معادلة السعري :
ع (ن) = ع (٠) (١ + ف) (١ - ن)	أو

حيث تدل (ن) على السنة المستقبلية .

سادسا : يفترض هذا التحليل بعض الشروط الضمنية التي لم يتم ذكرها وهي :

أ - امكانية تخزين المورد بين الفترات المختلفة وبدون تكلفة .

ب - امكانية انتاج الاحتياطي بأكمله حاليا أو مستقبلا من دون التأثير في الانتاج الكلي .

(ج - ٣) سوق الاحتكار وشرط تعظيم القيمة الحالية :

نفترض في هذه الحالة وجود منتج واحد يتحكم في جميع الكميات المتوفرة من المورد الناضب . يواجه هذا المحتكر منحني طلب السوق على المورد وبذلك فان بإمكانه اختيار اما السعر او الكمية ولكن ليس الاثنين معا .

لكي نحدد نمط السعر في سوق الاحتكار، يجب علينا أولا ان نحدد شكل العلاقة بين الايراد الحدي والسعر . فكما هو معروف ان الايراد الحدي المتولد من زيادة الانتاج بمقدار وحدة واحدة من قبل المحتكر يكون اقل من السعر السائد في السوق وذلك لاضطرار المحتكر لتخفيض سعر الوحدة المباعة ليس فقط للوحدة الاضافية بل ولجميع الوحدات السابقة . ويمكن استنتاج العلاقة التالية بين الايراد الحدي والسعر من منحني الطلب :

(١٤)

$$أح (ن) = ع (ن) (١ + ١/م)$$

حيث ان (م) تشير الى المرونة السعرية للطلب .

و(ن) تدل على الفترة الزمنية التي قد تكون صفرا، واحدا . . . الخ .

وكما هو واضح من المعادلة (١٤) فان الايراد الحدي يكون دائما اصغر من السعر الا في حالة واحدة وهي عندما تكون المرونة السعرية للطلب كبيرة جدا (مالا نهاية) وعندئذ يكون الايراد الحدي مساويا للسعر، وتحقق هذه الحالة في سوق المنافسة الكاملة التي سبق وان تطرقنا اليها أعلاه .

وطبقا للمعيار الديناميكي لاستغلال المورد الناضب بكفاءة فان تكلفة الاستنزاف يجب ان تزداد بمقدار يساوي سعر الفائدة، انظر المعادلة (١١) .

$$\begin{aligned}
 (11) \quad & \text{ت س (1) = ت س (0) (1 + ف)} \\
 & \text{وبما أن ت س (0) = أ ح (0) - ت ح} \\
 & \text{وت س (1) = أ ح (1) - ت ح} \\
 (15) \quad & \text{إذا (أ ح (1) - ت ح) = (أ ح (0) - ت ح) (1 + ف)}
 \end{aligned}$$

وبالتعويض من المعادلة (14) بقيمة أ ح (ن) في المعادلة (15) يمكننا الحصول على نمط السعر في سوق الاحتكار. من الواضح من هذه المعادلات بأن السعر يزداد بمقدار أقل بكثير من سعر الفائدة. ويرجع السبب في ذلك الى ان الايراد الحدي يزداد بمقدار أقل من سعر الفائدة وبما ان الايراد الحدي اصغر من السعر فان السعر لابد ان يزداد بمقدار أقل بكثير من الزيادة في الايراد الحدي. والملاحظ انه فقط في حالة كون التكلفة الحدية للنتاج تساوي صفرا فان الايراد الحدي يزداد بمقدار يساوي سعر الفائدة كما هو واضح من المعادلة (15)، وعندئذ تصبح المعادلة (15) كالآتي :

$$(16) \quad \boxed{\text{أ ح (1) = أ ح (0) (1 + ف)}}$$

ولمعرفة نمط السعر في هذه الحالة الخاصة (ت ح = صفرا) يمكننا التعويض من المعادلة (14) بقيمة أ ح (ن) في المعادلة (16) لنحصل على معادلة السعر في سوق الاحتكار.

$$(17) \quad \boxed{\text{ع (1) (1 + 1/م) = ع (0) (1 + 1/م) (1 + ف)}}$$

وبافتراض ان منحني الطلب ثابت المرونة فانه بقسمة طرفي المعادلة (17) على الكمية (1 + 1/م) نحصل على معادلة السعر.

$$(18) \quad \boxed{\text{ع (1) = ع (0) (1 + ف)}}$$

نستنتج من المعادلة (١٨) بأن نمط السعر في سوق الاحتكار يكون متطابقا لنمط السعر في حالة المنافسة الكاملة فقط عندما تكون تكلفة الانتاج الحدية مساوية للصفر ومنحنى الطلب ثابت المرونة.

مثال عددي على توزيع انتاج النفط بين فترتين :

حالة (أ) : افترض وجود محتكر يواجه طلب السوق الحالي والمستقبلي وان تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفرا (ت ح = صفرا). وافترض أيضا ان غزرون النفط المتوفر لديه يساوي ٦٠ برميلا فقط، وان صيغة الطلب الحالي والمستقبلي هي كالآتي :

$$\text{الطلب الحالي} = \text{ع} (٠) = ٥ - (١ / ٢٠) \text{ك} (٠) \\ \text{حيث ان} \quad \text{ك} (٠) = \text{الكمية بالبرميل.}$$

$$\text{ع} (٠) = \text{السعر بالدولارات.}$$

$$\text{الطلب المستقبلي} : \text{ع} (١) = ٥ - (١ / ٣٠) \text{ك} (١)$$

$$\text{وافترض ان سعر الفائدة} = ١٠\%$$

اوجد الكميات المباعة في الفترتين (ك (٠) وك (١)) وسعر البرميل الحالي والمستقبلي (ع (٠) وع (١)) ؟

الحل : حيث ان ت ح = صفرا فان باستطاعتنا تطبيق المعادلة :

$$\text{أح} (١) = \text{أح} (٠) (١ + \text{ف}) \quad (١٦)$$

وباستخدام معادلة الطلب الحالي والمستقبلي يمكننا حساب الايراد الحدي لكل فترة كالآتي :

$$\text{أح} (٠) = ٥ - (١٠ / ١) \text{ك} (٠)$$

$$\text{أح} (١) = ٥ - (١٥ / ١) \text{ك} (١)$$

$$\text{وحيث ان سعر الفائدة} = ١٠\%$$

$$\text{فان} (١ + \text{ف}) = ١ + ١٠\% = ١.١٠$$

بالتعويض في المعادلة (١٦) نحصل على الآتي :

$$(أ) \quad ٥ - (١٥ / ١) ك = (١) - ٥ = (١٠ / ١) ك \quad (١٠) \quad [(١٠ / ١) ك - ٥] = (١٠ / ١) ك$$

$$(ب) \quad \text{وحيث أن} \quad ك (١) + ك (٠) = ٦٠$$

وبالتعويض عن ك (١) من المعادلة (ب) في المعادلة (أ) نحصل على :

$$(ج) \quad ٥ - (١٥ / ١) (٦٠ - ك (٠)) = (٠) ك - ٥ = (١٠ / ١) ك \quad (١٠) \quad (١٠) \quad (١٠) \quad (١٠)$$

وبعد تحديد قيمة ك (٠) من هذه المعادلة نعوض هذه القيمة في المعادلة (ب)

لنحصل على ك (١) :

$$ك (٠) = ٢٥٤٧ \text{ برميل} \quad ع (٠) = ٣٧٣ \text{ دولار}$$

$$ك (١) = ٣٤٥٣ \text{ دولار} \quad ع (١) = ٣٨٥ \text{ دولار}$$

حالة (ب) : كيف يمكن تحديد مقدار الانتاج في كل فترة اذا كان المخزون النفطي المتوافر لدى المحتكر ضخماً جداً مع بقاء صيغة الطلب الحالي والمستقبلي كما في المثال السابق دون تغيير ؟

الحل : عندما يكون المخزون النفطي ضخماً جداً فان الانتاج الحالي لا يؤثر في الانتاج المستقبلي ، لذلك فانه يمكننا اعتبار كل فترة بصورة مستقلة ومن ثم تعظيم الارباح في كل فترة بصفتها المنفردة . وحيث ان الشرط الاستاتيكي لتعظيم الارباح يتطلب الانتاج عند النقطة التي يتساوى فيها الايراد الحدي مع التكلفة الحدية ، لذلك فاننا نختار حجم الانتاج الذي يتحقق عنده هذا الشرط .

ولما كانت تكلفة الانتاج الحدية تساوي صفراً فان شرط تعظيم الارباح هو اختيار النقطة التي يكون عندها الايراد الحدي مساوياً للصفر .

$$\text{اذا} \quad أ ح (٠) = \text{صفرًا}$$

$$أ و - (١٥ / ١) ك (٠) = \text{صفرًا}$$

$$\text{أي ك (٠) = ٥٠ برميلا}$$

$$\text{وبنفس الطريقة :} \quad أ ح (١) = \text{صفرًا}$$

$$أ و - (١٥ / ١) ك (١) = \text{صفرًا}$$

$$\text{أي ك (١) = ٧٥ برميلا}$$

وبالتعويض في معادلة الطلب نحصل على الأسعار الآتية :

$$ع (٠) = ٢٥٠ \text{ دولار}$$

$$ع (١) = ٢٥٠ \text{ دولار}$$

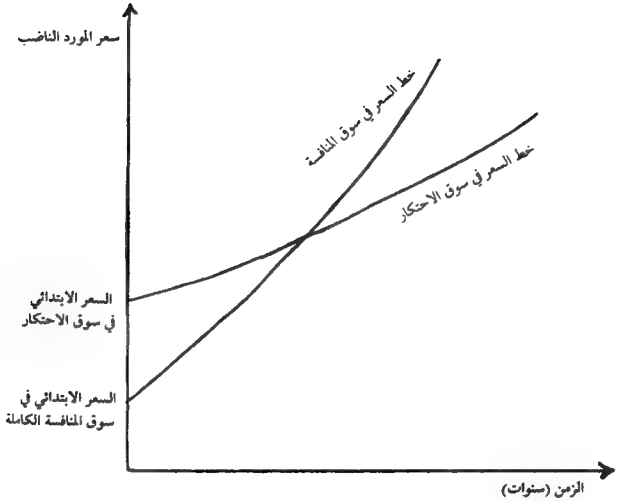
(ج - ٤) مقارنة سعر المورد الناضب في سوق المنافسة الكاملة بسعره في سوق الاحتكار :

يمكننا مقارنة سعر المورد الناضب الناتج في سوق المنافسة الكاملة مع سعره في سوق الاحتكار اذا افترضنا سيادة ظروف مشابهة في كلتا الحالتين ما عدا نوعية السيطرة على المورد. وللسهولة سوف نقارن السعريين عندما تكون التكلفة الحدية للنتاج ثابتة وموجبة.

تعطي المعادلة رقم (١٢) نمط السعري في حالة السوق التنافسية بينما تعطي المعادلتان (١٤) و (١٥) في حالة الاحتكار. وحيث ان الايراد الحدي كما بينا اعلاه يزداد بمقدار أقل من سعر الفائدة، فان معدل نمو السعري في سوق الاحتكار سيكون أقل بكثير من معدل نموه في سوق المنافسة الكاملة. ويرجع ذلك الى تساوي الايراد الحدي مع السعري في سوق المنافسة الكاملة وكون الايراد الحدي أقل من السعري في حالة الاحتكار. ويوضح الشكل (٤ - ٦) نمط السعري في كل من السوقين.

أما بخصوص السعر الابتدائي لكل حالة، فاننا نلاحظ ان السعر الابتدائي للمحتكر اكبر من نظيره في سوق المنافسة نظرا لصغر انتاج المحتكر في البداية. ولكن من الملاحظ ان السعريين يتعادلان بعد فترة وذلك بسبب الحاجة لزيادة السعري في السوق التنافسية في المستقبل لتقليل الطلب، ذلك لان تخفيض الطلب ضروري لكون الكميات المتوافرة مستقبلا قليلة بسبب الاستهلاك الحالي الكبير والمقترن بتدني الاسعار الحالية. والعكس صحيح في حالة الاحتكار حيث ان السعر المستقبلي يكون منخفضا بسبب توافر كميات أكبر من المورد نظرا لقلّة الاستهلاك الحالي.

شكل (٤ - ٦) : منحني السعر للمورد الناضب في
سوق منافسة كاملة وسوق احتكار



د - العوامل التي تؤثر في تكلفة الاستنزاف

هناك عدة عوامل تؤدي الى تغيرات في تكلفة الاستنزاف مما يؤدي بالتالي الى اعادة النظر في توزيع المورد الناضب عبر الزمن ومن ثم في الاسعار السائدة . وسوف نتطرق فيما يلي لخمس عوامل مهمة :

(د - ١) التغيرات في سعر الفائدة :

يمثل سعر الفائدة السائد في السوق تفضيل المجتمع للاستهلاك الحالي بالمقارنة مع الاستهلاك في المستقبل ، ولذلك فان التوازن القائم في اسواق الموارد الناضبة يستند الى سعر الفائدة السائد .

فعندما تتغير الظروف الاقتصادية وينتج عنها سعر فائدة توازني جديد تصبح القرارات المتخذة في السابق بخصوص توزيع المورد الناضب عبر الزمن غير مناسبة للوضع الجديد وتبعاً لذلك فان هناك حاجة لتعديل القرارات الانتاجية والتسعيرية . لنفترض ان موجة من التفاؤل بخصوص المستقبل ادت الى تقليل الادخار (انحى منحني الادخار الى اليسار) وبالتالي الى ارتفاع سعر الفائدة التوازي . ففي هذه الحالة تصبح القيمة الحالية لتكاليف الاستنزاف المستقبلية اقل من السابق وبالتالي يمتثل التوازن لصالح الوقت الحاضر . وعليه يبدأ المنتجون بزيادة انتاجهم الحالي للاستفادة من الفرص الحالية مما يؤدي تدريجياً الى تناقص السعر الحالي وبالتالي انخفاض تكلفة الاستنزاف الحالية . وتستمر هذه الحالة حتى تنخفض تكلفة الاستنزاف الى نقطة يتحقق فيها التوازن بين التعويض الحالي والمستقبلي وعندئذ تتوقف هذه التحولات .

نستنتج من التحليل السابق ان ارتفاع سعر الفائدة عن مستواه الحالي يؤدي الى زيادة الانتاج الحالي وتقليل سعر المورد الحالي وتبعاً لذلك يقل الانتاج المستقبلي ويزداد السعر المستقبلي مع ملاحظة ان التعديل يكون في السعر ومقدار الزيادة السنوية وذلك لوجود سعر فائدة جديد .

(د - ٢) التغيرات في الاحتياطي :

بما ان محدودية الاحتياطي من المورد الناضب هي السبب في وجود تكلفة الاستنزاف فانه من الطبيعي ان تقل تكلفة الاستنزاف عند اكتشاف كميات اضافية من المورد الناضب. ولذلك فان ازدياد احتياطي المورد الناضب بسبب اكتشافات جديدة يؤدي الى تخفيض سعر المورد السائد الان وفي المستقبل مما يؤدي الى تخفيض تكلفة الاستنزاف في جميع الفترات الزمنية. ويلاحظ ان التعديل يكون في مستوى السعر وليس في معدل الزيادة السنوية، أي ان منحنى السعر ينخفض بمقدار معين دون التأثير في الميل. يمكن القول بعبارة اخرى ان تكلفة الفرصة لانتاج برميل اضافي تصبح ذات أهمية أقل في حالة كون المخزون ضخماً مقارنة مع مخزون صغير وذلك لانتقال منحنى العرض الى اليمين.

(د - ٣) التقدم التكنولوجي :

ان تأثير التقدم التكنولوجي في سعر المورد الناضب يعتمد على نوع التقدم الحاصل، فقد يكون التقدم التكنولوجي سبباً في زيادة الاحتياطي وذلك لاستحداث طرق ذات تكلفة منخفضة لاستخراج المورد وبالتالي زيادة مقدار الكمية القابلة للاستغلال. وفي هذه الحالة يكون التأثير كما سبق شرحه في بند (د - ٢). وفي حالات اخرى يكون التقدم التكنولوجي سبباً في تقليل الاستهلاك لتوافر امكانية المحافظة على المورد بدون التأثير على مستوى المعيشة. وعندئذ يكون التأثير على منحنى الطلب ولكن النتيجة النهائية على مستوى السعر تكون مشابهة لما يحدث في الحالة (د - ٢). ويرجع السبب في تشابه التأثير الى قدرة الكمية المتوافرة سابقاً على اشباع حاجات أكبر من قبل. هذا مع العلم أن التأثير في السعر التوازني متشابه في حالتي زيادة العرض وانخفاض الطلب الا ان التأثير في الكمية التوازنية يختلف حيث تزداد الكمية في الحالة الاولى وتنخفض في الحالة الثانية.

(د - ٤) النمو في الطلب :

عندما يزداد معدل نمو الطلب على المورد الناضب عما كان متوقعا في السابق فان التوقعات المستقبلية بالنسبة لمستوى تكلفة الاستنزاف تتغير تبعا للزيادة في معدل نمو الطلب. ويؤدي الحلل الناتج من تغير التوقعات الى اعادة توزيع المورد بين الفترات المختلفة لتعظيم الارباح على ضوء الظروف المستجدة في السوق. وحيث ان تكلفة الاستنزاف المستقبلية تتجه نحو الارتفاع فان الانتاج يتحول للمستقبل للاستفادة من هذه الفرص مما يؤدي الى تقليل الكمية المعروضة حاليا وبالتالي رفع السعر الحالي بالاضافة الى السعر المستقبلي. إذا، ازيد معدل نمو الطلب يؤدي الى رفع سعر المورد الناضب حاليا ومستقبلا مع عدم التأثير في معدل الزيادة في السعر عبر الزمن.

(د - ٥) وجود مصادر بديلة حاجزية :

يضع هذا النوع من البدائل حدا اقصى لسعر المورد الناضب بحيث لا يستطيع ان يتعدها بسبب قدرة البديل على الدخول في السوق لاشباع الطلب على المورد. ويفترض في البديل الحاجزي (Backstop Substitute) قدرته على الحلول محل المورد في كل الاستعمالات بالاضافة الى توفره بكميات كافية وتكلفة انتاج حدية ثابتة ولكن اعلى من نظيرتها للمورد الناضب.

وفي حالة توافر بديل حاجزي فان السعر الحالي للمورد الناضب سوف يتحدد تلقائيا على اساس سعر المورد الحاجزي ومنحنى الطلب على المورد واحتياجاته. ويؤدي السعر الحالي الى نمط استهلاك معين يقود الى نضوب المورد كلية بمجرد وصول سعر المورد الناضب الى مستوى تكلفة الانتاج الحدية للبديل الحاجزي. هذا مع العلم ان سعر المورد الناضب لا يمكن ان يتساوى مع تكلفة الانتاج الحدية للبديل الحاجزي في اي وقت اخر سوى عند نفاد كمية المورد وذلك بسبب انعدام الحافز للاحتفاظ بالمورد للمستقبل اذا كان السعران متساويين في وقت معين.

نستنتج من الشرح السابق ان توفر بديل حاجزي لاي مورد ناضب بتكلفة انتاج حدية معقولة سوف يخفض منحى السعر للمورد الناضب عبر الزمن مع بقاء معدل الزيادة في السعر دون تغيير .

هـ - الاختلالات في أسواق الموارد الناضبة

المقصود بالاختلالات في السوق (Market Failure) وجود ظروف معينة تمنع قوى الطلب والعرض من الوصول الى التوازن عند مستوى الانتاج الأمثل من وجهة نظر المجتمع . وتنتج هذه الاحتمالات من وجود مؤسسات احتكارية (Monopolistic Firms) أو آثار جانبية للانتاج (Externalities) أو عدم وضوح حقوق الملكية (Property Rights) للموارد . هذا وتمتاز اسواق الموارد الناضبة باختلالات اضافية بسبب ترابط الفترات الزمنية بعضها ببعض . وتحدث هذه الاختلالات نتيجة لامكانية حدوث تباين بين اسعار الفائدة المستخدمة في السوق والمؤسسات وسعر الفائدة الاجتماعي (Social Discount Rate) أو المفضل اجتماعيا .

ونعني بسعر الفائدة المفضل اجتماعيا مقدار الخصم الذي يفضلـه المجتمع في حساب القيمة الحالية عند توزيع موارده بين الفترات المختلفة . ويفترض ان سعر الفائدة هذا يأخذ مصالح الاجيال القادمة في الاعتبار . اما سعر الفائدة في السوق فهو ذلك المستعمل في خصم القيم المستقبلية من قبل المستثمرين في السوق . وهذا السعر يمثل المردود الحدي للاستثمار في السوق . وأخيرا فان سعر الفائدة الشخصي يمثل مقدار الخصم المفضل للأفراد او المؤسسات عند حساب القيمة الحالية للكميات المستقبلية . ويمثل هذا السعر نظرة الفرد أو المؤسسة في تفضيل الحاضر على المستقبل .

وعليه فان امكانية حدوث خلل في السوق ناتج من وجود معدلات مختلفة من اسعار الفائدة واحتمال عدم تساويها . وسوف نتعرض في هذا القسم الى نوعين من الاختلالات .

الأول : عدم تساوي سعر الفائدة الاجتماعي مع سعر الفائدة في السوق (مع كون سعر الفائدة الشخصي مساويا لنظيره السائد في السوق) .

الثاني : عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع سعر الفائدة في السوق (مع تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي).
وسنستعرض فيما يلي كل صنف بشكل منفرد:

(هـ - ١) عدم تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي :

نفترض في هذه الحالة ان سعر الفائدة في السوق اكبر من سعر الفائدة المفضل اجتماعيا. وحيث ان ارتفاع سعر الفائدة يؤدي الى تفضيل الحاضر على المستقبل، فان هذا الاختلال يؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن من وجهة نظر المجتمع. ويظهر سوء توزيع الموارد من خلال الانتاج الكبير في الوقت الحاضر مع تقلص الكمية المتوفرة للمجتمع في المستقبل. ويعتبر هذا التوزيع سيئا من وجهة نظر المجتمع لكونه لا يعطي الاجيال المستقبلية الاهمية الكافية. وتجدر الاشارة هنا الى ان هناك نقاشا حادا يجري بين الاقتصاديين حول سعر الفائدة واستعماله في خصم الكميات المستقبلية، حيث ينادي البعض بعدم قيام عملية الخصم على اساس اخلاقية بسبب اهمالها لمصالح الاجيال القادمة والتي لا يتواجد ممثلوها الآن للاعراب عن آرائهم مما يقود الى هضم حقوقهم. ولذلك يفضل هؤلاء الاقتصاديين اعتبار سعر الفائدة الاجتماعي صفرا لكي يتم اعطاء جميع الاجيال نفس الوزن.

(هـ - ٢) عدم تساوي سعر الفائدة الشخصي مع نظيره في السوق :

ان امكانية حدوث تباين في سعر الفائدة الذي تستعمله المؤسسات في خصم الكميات المستقبلية ونظيره السائد في السوق واردة حتى عند افتراض تساوي سعر الفائدة في السوق مع نظيره الاجتماعي. ولكن اذا لم تستدع ظروف موضوعية وجود فرق بين سعر الفائدة الشخصي ونظيره السائد في السوق فان المؤسسات التي تستعمل سعر فائدة أعلى من سعر الفائدة في السوق لا يمكنها الاستمرار في هذه السياسة دون التعرض للشراء من قبل مستثمرين آخرين. ان امكانية شراء المؤسسة واردة لان القيمة السوقية للمؤسسة تكون اقل من القيمة الحقيقية لها

وذلك بسبب استعمال سعر فائدة عال . وعليه يمكننا القول ان استمرار هذا الاختلال في ظل السوق غير وارد الا عند تواجد ظروف تؤكد على ضرورة اختلاف سعر الفائدة الشخصي عن نظيره السائد في السوق . ومن ثم ينبغي اعادة صياغة السؤال كالآتي : متى يكون سعر الفائدة الذي تستخدمه المؤسسة اكبر من نظيره السائد في السوق ؟

وتركز الاجابة عن هذا السؤال في طبيعة الظروف السائدة والتي تجعل من سعر الفائدة في السوق معيارا غير مناسب للمؤسسة . وتتمثل هذه الظروف في وجود عنصر المخاطرة الذي يحتم على المؤسسة أخذه في الاعتبار عند اتخاذ القرارات . فعند تواجد عنصر المخاطرة فان المؤسسة ترفع من سعر الفائدة المستعمل في الخصم وبذلك يحدث اختلاف بينه وبين سعر الفائدة المفضل من زاوية السوق والمجتمع. ولذا تبدو القرارات المتخذة في المؤسسة غير مثلى من وجهة نظر المجتمع نظرا لانها تؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن .

ولاعطاء مثال على هذه الحالة نشير الى الشركات النفطية الاجنبية العاملة في الدول النامية واستغلالها للموارد النفطية هناك . ونظرا لانعدام الاستقرار السياسي في الدول النامية فان الشركات الاجنبية تستعمل سعرا اكبر للفائدة من السعر المفضل اجتماعيا وذلك لخوفها من التأميم في المستقبل وما قد يترتب على ذلك من الخسارة لاستثماراتها . ويؤدي هذا التصرف الى توسع الانتاج في الوقت الحاضر وبالتالي احتمال نضوب المورد في فترة قصيرة . وقد تحدث نفس الحالة عند وجود حكومة غير مستقرة في دولة ما حيث انها تنتهز فرصة وجودها المؤقت لاستغلال اكبر قدر من الموارد في المدى القصير . لذلك فان سعر الفائدة المستعمل في قراراتها يكون عادة اكبر من ذلك المفضل اجتماعيا مما يؤدي الى سوء توزيع الموارد .

وختاما، يمكن القول ان هذا النوع من الاختلال قد يحدث بسبب توفر ظروف معينة تحتم على اصحاب القرار استعمال سعر فائدة اعلى من ذلك السائد في السوق (أو المفضل لدى المجتمع) مما يؤدي الى سوء توزيع الموارد عبر الزمن ، علما بأن هذا التصرف لا يقتصر على المؤسسات بل يتعداه الى بعض الحكومات ذات الصفة المؤقتة .

مراجع الفصل الرابع

- 1- Charles W. Howe, Natural Resource Economics, John Wiley & Sons, New York, 1979.
- 2- Partha S. Dasgupta and Geoffrey M. Heal, Economic Theory and Exhaustible Resources, Cambridge University Press, U.K., 1979
- 3- John M. Hartwick and Nancy D. Olewiler, The Economics of Natural Resource Use, Harper and Row, Publishers, New York, 1986.
- 4- James M. Griffin and Henry B. Steele, Energy Economics and Policy, Academic Press, New York, 1980.
- 5- Tom Tietenberg, Environmental and Natural Resources Economics, Scott, Foresman and Company, Illinois, U.S.A., 1984.

الفصل الخامس

النفط وصناعته في المرحلة العليا

(Upstream Activities of the Oil Industry)

أ- تمهيد :

(أ - ١) ما هو النفط .

(أ - ٢) كيف تكون النفط .

(أ - ٣) أماكن وجود النفط .

(أ - ٤) خواص السوائل الهيدروكربونية .

ب- مراحل الصناعة النفطية عند المصدر:

(ب - ١) مرحلة الاستكشاف .

(ب - ٢) مرحلة الحفر .

(ب - ٣) مرحلة الانتاج .

ج- تطور احتياطي وانتاج واستهلاك العالم من النفط :

(ج - ١) تطور احتياطي العالم من النفط .

(ج - ٢) تطور انتاج واستهلاك العالم من النفط .

- المراجع .

أ - تمهيد

تحدثنا في الفصل الثالث عن النفط باختصار، خصوصا فيما يتعلق بتوزيع الاحتياطي العالمي المؤكد والموارد الاضافية وأهم مناطق الاستهلاك. وقد استخلصنا من ذلك العرض السريع ان النفط يتركز في عدد صغير من الدول النامية في حين يتركز الاستهلاك في المناطق الصناعية الغربية. اما بخصوص دور النفط كمصدر للطاقة الاولية، فقد كان واضحا ان النفط يشكل في الوقت الحاضر المصدر الاساسي للطاقة في معظم مناطق ودول العالم ما عدا الدول الاشتراكية التي لا تزال تعتمد على الفحم بشكل رئيسي. ونستعرض في هذا الفصل النفط بالتفصيل من حيث ظروف تكوينه وصفاته الى كيفية تحديد أماكن تواجده ومراحل انتاجه. وأخيرا، نلقي نظرة على تطور احتياطي وانتاج النفط في العالم.

(أ - ١) ما هو النفط ؟

النفط سائل يتكون من خليط من مركبات عضوية هيدروكربونية (Organic Hydrocarbonic Compounds) ذات تركيبات جزيئية متنوعة وخواص طبيعية وكيميائية مختلفة بالاضافة الى شوائب مثل مركبات الكبريت والاكسجين والنيتروجين والماء والأملاح المعدنية وبعض المعادن مثل الفانديوم والصدوديوم. وتوجد هذه السوائل في الطبيعة اما في حالة غازية أو سائلة أو صلبة تبعا للتركيب الكيماوي والظروف المحيطة بمناطق تواجدها كالضغط والحرارة التي تتعرض لها هذه المركبات.

تتكون المادة النفطية أساسا من تشابه ذرات الكربون مع الهيدروجين، ولكن بسبب خواص ذرات الكربون الفريدة فان المواد الهيدروكربونية الناتجة من هذا التفاعل تتفاوت في تعقيدها بشكل كبير. لذا فان هناك اختلافات كبيرة بين النفوط من منطقة الى اخرى ومن حقن نفطي إلى آخر نظرا لاختلاف ظروف تكون كل منها. يبين جدول (٥ - ١) نسبة كل مركب في النفط الخام حيث

جدول (٥ - ١) : مكونات النفط الأساسية

النسبة المئوية بالوزن (%)		العنصر
الحد الأدنى	الحد الأقصى	
٨٣.٠٠	٨٧.٠٠	الكربون (Carbon)
١٠.٠٠	١٤.٠٠	الهيدروجين (Hydrogen)
٠.٠٥	٦.٠٠	الكبريت (Sulfur)
٠.٠١	٢.٠٠	النيتروجين (Nitrogen)
٠.٠٥	١.٥٠	الأوكسجين (Oxygen)

المصدر : James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Page 49 .

يلاحظ ان هناك نطاقا واسعا لمقادير هذه المركبات مما يعكس الاختلافات التي سبق ذكرها . وعموما، كلما قل عدد ذرات الكربون في المادة الهيدروكربونية كانت المادة بسيطة التركيب وأقل وزنا وأكثر تطايرا .

يأتي النفط في الطبيعة بألوان مختلفة ابتداء من اللون الاسود الى البني الى الأخضر ويمتاز عادة بمقدار من اللزوجة (Viscosity) تتفاوت بين صنف وآخر وله رائحة كريهة في معظم الاحيان . كذلك فان النفط عادة ما يكون أخف من الماء ولكن هناك بعض الأنواع التي لا تطفو فوق سطح الماء

(أ - ٢) كيف تكون النفط ؟

تعزو اكثر النظريات قبولا بين الجيولوجيين وجود النفط الى تحلل الكائنات العضوية الحيوانية والنباتية التي عاشت قبل ملايين السنين في مناطق غمرتها المياه

والتي ترسبت في قاع المحيطات وتراكمت الرمال عليها . وقد تحولت هذه الكائنات بفعل ظروف الضغط والحرارة التي تعرضت لها تحت سطح الارض بمعزل عن الاكسجين الى سائل يطلق عليه النفط . ويرجع القبول الواسع للنظرية العضوية الى تواجد النفط في التكوينات الجيولوجية الناشئة من وجود البحار في الأزمنة الغابرة ، بالإضافة الى وجود بقايا خلايا النباتات في الخليط النفطي .

أما النظرية الأخرى فهي النظرية الكيماوية وتعزو أصل النفط الى تفاعل كيماوي بين الماء وبعض المعادن مثل الكاربيد ، حيث يؤدي خروج غازي الهيدروجين والكربون نتيجة لهذا التفاعل الى خلق المواد الهيدروكربونية . ولا تلاقى هذه النظرية إلا قبولاً ضيقاً نظراً لعدم توافر الأدلة الكافية لاسنادها .

(أ - ٣) أماكن وجود النفط:

يوجد النفط في المناطق الرسوبية (Sedimentary Basins) التي لم تتعرض لتغيرات جيولوجية خلال الأزمنة المختلفة . وغالباً ما يكون النفط قد تجمع بعد الانتقال من مناطق أخرى بسبب الضغط والحركات الأرضية حيث يتحرك النفط عبر المسامات في الطبقات الأرضية حتى يصل الى منطقة تحوي صخوراً صلبة غير مسامية فيتجمع مكوناً المكامن النفطية (Oil Reservoir) . وتلي عملية استقرار النفط في المكمن عملية انفصال الماء والغاز عن السائل النفطي بسبب اختلاف الكثافة (Density) ، فيصير الغاز في أعلى المكمن يليه النفط ثم الماء ، هذا مع العلم أن عملية الانفصال لا تكون كاملة حيث يبقى بعض الغاز مذاباً في النفط خصوصاً عند ارتفاع كمية الغاز مما يتسبب في ارتفاع الضغط داخل المكمن . وكذلك الحال بالنسبة للنفط والماء فان الانفصال يكون غير تام . وهناك بعض الحالات التي تكون فيها المواد الهيدروكربونية ثقيلة جداً بحيث تتواجد تحت طبقة الماء كما هي في حالة النفط الثقيل جداً . وقد تكون الهيدروكربونات على هيئة مواد صلبة مثل الفحم أو الصخور الزيتية (السجيل) . أما الأعماق التي تتواجد فيها المكامن النفطية فتتراوح بين ٦٠٠ الى ٣٠٠٠ متر تحت سطح الارض . أما الشروط الواجب

توافرها لتكون المكامن النفطية فهي :

أ- وجود النفط في المنطقة .

ب- وجود طبقات نفاذية تسمح للنفط بالحركة فيها .

ج- وجود طبقات مسامية تسمح للنفط بالتجمع في مسامها .

د- وجود مصائد صخرية تمنع النفط من الاندفاع الى الاعلى وتؤدي الى

تجمعه . ويحدث ذلك عادة بسبب وجود طبقة صخرية صماء أو ذات نفاذية منخفضة جدا .

وتنقسم المصائد الى نوعين :

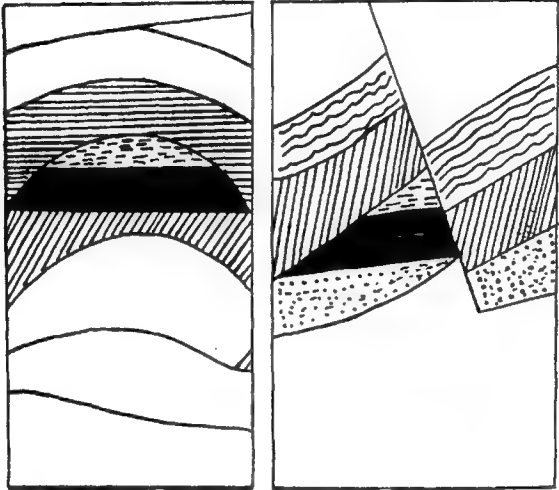
النوع الأول : المصائد الهيكلية (Structural Traps):

يتكون هذا النوع نتيجة للكسور والالتواءات التي تحدث في الارض بسبب الحركات الارضية . وتأخذ هذه المصائد شكل قباب (Anticline Trap) أو طبقات مكسورة (Fault Trap) تتجمع فيها كميات من النفط .

النوع الثاني : المصائد الطبقة (Stratigraphic Traps) :

وهي تتكون نتيجة للتغيرات الطبيعية التي تحدث لطبقات الارض بحيث تعوق حركة النفط وانتقاله وبالتالي يتجمع مكونا مكنا نفطيا .
وفي كلتا الحالتين يجب ان تكون الطبقة المسامية (Porous Layer) الحاوية للنفط مغطاة تماما بطبقة غير مسامية (Non - Porous Layer) تحبس النفط داخل المصيدة وتمنعه من الهروب . ويطلق على مجموع المكامن النفطية «الحقل النفطي» (Oil Field) ومجموع الحقول «الحوض النفطي» (Oil Basin) . وتجدر الإشارة هنا الى ان معظم المكامن المعروفة هي من النوع الاول وتشمل القباب (أو الانتيكلين) والمكامن الزلزالية (الانكسارية) حيث ان ٨٠ - ٩٠٪ من الاحتياطيات النفطية المعروفة عالميا تتواجد في هذا الصنف من المكامن . ويوضح الشكل (٥ - ١) نوعين من المصائد الهيكلية وهما القبة والمصيدة الزلزالية .

شكل (٥ - ١) انواع المكامن النفطية الهيكلية



(١)

(٢)

المصدر : Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 6. ملاحظة :

١- المصائد القبابية (الانتكيلين) Anticline - Trap : تحورات الطبقات الصخرية وتشكيلها لقباب تحوي النفط.

٢- المصائد الزلزالية (الانكسارية) Fault - Trap : تحرك الطبقات الصخرية نتيجة لعوامل جيولوجية تؤدي الى تشكيل مصائد نفطية.

وللمكامن النفطية خواص مختلفة أهمها النفاذية (Permeability) والمسامية (Porosity). أما النفاذية فتحدد مدى سهولة أو صعوبة تدفق الموائع المكمية (Reservoir Fluids) من خلال الصخور. وتقاس هذه القدرة بوحدة دارسي (Darcy) التي تختص بتقدير حجم السائل المتدفق خلال طبقة معينة من الصخور تحت ضغط معين. وترجع أهمية النفاذية الى كونها تحدد مدى قدرة النفط على التدفق الى البئر عند محاولة استخراجه. ولا شك أن هناك عوامل أخرى تسهم في التأثير في معدلات التدفق (بالإضافة الى النفاذية) وهي مدى لزوجة النفط ومقدار الضغط الذي يتعرض له داخل المكن.

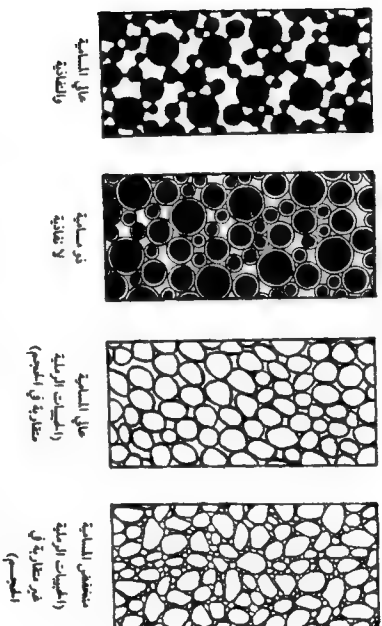
وبالنسبة للمسامية فانها تمثل حجم الفراغات الموجودة بين صخور المكن مقارنة مع الحجم الكلي للصخور، وتقاس عادة بالنسب المئوية. وبعبارة أخرى تمثل المسامية قدرة الصخور على الاحتفاظ بالموائع المكمية. وتفاوت الصخور في مساميتها حيث تتراوح بين صفر و ٤٠٪ مع ارتفاع المسامية في الطبقات القريبة من سطح الأرض.

ويقصد بالموائع المكمية الماء والسوائل الهيدروكربونية والغاز الطبيعي. وبين الشكل (٥ - ٢) عدة أمثلة لصخور تختلف في مساميتها ونفاذيتها.

(أ - ٤) خواص السوائل الهيدروكربونية :

نظرا لاختلاف مكونات النفط وظروف تكونها فان النفط الخام في كل مكن له صفات خاصة به. فالنفط يختلف من حيث مكوناته فبعضها خفيف والآخر غازي هذا بالإضافة الى وجود المواد الشمعية بنسب متفاوتة. وهناك ايضا اختلاف في اللون والرائحة، حيث يتدرج اللون من اصفر الى اسود وتختلف الرائحة بسبب وجود مكونات الكبريت كغاز ثاني اكسيد الكبريت (Sulfur Dioxide) وكبريتيد الهيدروجين (Hydrogen Sulfide) بنسب مختلفة في النفط من مكان الى مكان. ولكي يتم تصنيف أنواع النفط على اساس موحد فقد تم الاتفاق على مقاييس مختلفة تستخدم في هذا الغرض. فهناك مقياس للكثافة وآخر للزوجة وآخر للمحتوى من الكبريت وسنستعرض فيما يلي كلا منها :

شكل (٥ - ٢) : طبقة الطبقات من حيث المسامية والنفاذية



١- مقياس الكثافة (API Gravity) : وقد اقترحه معهد النفط الاميركي (API) ،
وتحدد الكثافة بالطريقة التالية :

$$\text{كثافة السائل بمقياس معهد النفط الأمريكي (API)} = \frac{141.5}{\text{الوزن النوعي للسائل}} - 131.5$$

والمقصود بالوزن النوعي (Specific Gravity) للسائل هو وزن حجم معين من السائل مقارنة مع نفس الحجم من الماء عند درجة حرارة ٦٠ فهرنهايت .
وكما هو واضح من المعادلة السابقة ان الماء الذي يساوي وزنه النوعي واحدا صحيحا (طبقا لتعريف الوزن النوعي) فان كثافته بقياس معهد النفط الاميركي تساوي عشر درجات (١٠° API) .

وحيث ان الوزن النوعي يظهر في المقام في المعادلة السابقة فان هناك علاقة عكسية بين الوزن النوعي ومقياس الكثافة المذكور، لذلك فان السوائل الثقيلة ذات الوزن النوعي المرتفع تكون كثافتها بمقياس (API) منخفضة في حين تحصل السوائل الخفيفة على رقم عال بمقياس (API) . وبالمقارنة مع كثافة الماء فان السوائل الخفيفة تكون كثافتها اكبر من عشر درجات (أي تطفو على سطح الماء) في حين تكون كثافة السوائل الثقيلة (التي لا تطفو على الماء) بالمقياس المذكور أقل من عشر درجات .

فعلى سبيل المثال، اذا كان الوزن النوعي لعينة من النفط يساوي ٠.٨٢ فان كثافة هذا النفط بمقياس API يمكن حسابها كالآتي :

$$\text{الكثافة API} = \frac{141.5}{0.82} - 131.5 = 14.1^\circ \text{API}$$

نستنتج مما سبق انه كلما زادت كثافة السائل بمقياس API احتوى السائل على كميات اكبر من المركبات الخفيفة مقارنة بالثقيلة . وتتناسب الكثافة (من الناحية الفنية) طرديا مع معدل جريان النفط داخل المكمن حيث ترتفع تكاليف الانتاج

بانخفاض المعدل الاخير . اما من الناحية الاقتصادية فان الكثافة تحدد القيمة النقدية للنفط من خلال تأثيرها في توليفة المنتجات المختلفة الممكن استخلاصها عند التكرير.

ويصنف النفط حسب مقياس API الى خفيف (اكثر من ٣٤ درجة) ومتوسط (٢٨ - ٣٤ درجة) وثقيل (١٠ - ٢٨ درجة) وأخيرا ثقيل جدا (أقل من ١٠ درجات) ولا يطفو الصنف الأخير على سطح الماء . وتجدر الإشارة هنا الى ان الكثافة بمقياس API ترتبط بعلاقة طردية مع عمق المكنم النفطي .

٢- مقياس اللزوجة (المحتوى الشمعي) : تعرف اللزوجة (Viscosity) بمقاومة السوائل لجريانها ، حيث انه كلما قلت اللزوجة زاد معدل جريان السائل . وتقاس اللزوجة عادة عند درجة حرارة معينة (٦٠ درجة فهرنهايت) وتعتبر لزوجة الماء الأساس في المقارنة . ويطلق على وحدة قياس اللزوجة سنتي بواز (Centipoise) وعلى أساسها تعتبر لزوجة الماء مساوية لسنتي بواز واحد عند درجة حرارة ٦٠ فهرنهايت .

وتأتي لزوجة النفط من وجود المكونات البارافينية (الشمعية) فيها ، وكلما زادت نسبة هذه المكونات ازدادت لزوجة النفط . ونظرا لاختلاف النفوط في درجات لزوجتها فان قيمتها الاقتصادية تتفاوت تبعا لذلك حيث تقل القيمة الاقتصادية بارتفاع اللزوجة . وترتبط اللزوجة بعلاقة عكسية مع الكثافة بمقياس API .

٣- مقياس الشوائب : يستخدم هذا المقياس لحساب مقدار الشوائب الموجودة في النفط مثل الكبريت وبعض المعادن . وتستخدم النسب المئوية الى الوزن الاجمالي كأساس لمقارنة النفوط المختلفة . ولما كانت الشوائب لها تأثيرات ضارة في المعدات والبيئة فان ارتفاع نسبة الشوائب يقلل من القيمة الاقتصادية للنفط . ويتفاوت المحتوى الكبريتي (Sulfur Content) بين النفوط بدرجة كبيرة ، حيث هناك انواع تحوي نسباً منخفضة جدا من الكبريت في حدود ١٪ وتسمى «النفوط الحلوة» (Sweet Crudes) في حين يدعى النفط الذي يحوي نسبة عالية من الكبريت في حدود ١٪ أو أكثر «النفط الحامض» (Sour Crude) . وعموما ، ترتبط نسبة الشوائب كالكبريت والنيتروجين بعلاقة عكسية مع الكثافة بمقياس API حيث انه كلما قلت

كثافة النفط ارتفعت نسبة الشوائب الى الوزن. ويوضح الجدول (٥ - ٢) نسبة الكبريت الى الوزن في بعض اصناف النفوط.

ب - مراحل الصناعة النفطية عند المصدر (المرحلة العليا)

تتكون الصناعة النفطية عند المصدر (Upstream Stage) من ثلاث مراحل رئيسية هي مرحلة الاستكشاف (Exploration) ومرحلة الحفر (Drilling) ومرحلة الانتاج (Production). وفيما يلي استعراض لكل مرحلة على حدة:

(ب - ١) مرحلة الاستكشاف (Exploration Stage):

كانت الشركات النفطية قديماً تبحث عن النفط في المناطق التي توجد بها علامات تدل على وجود النفط نتيجة لتسربه الى سطح الأرض. ولكن مع تطور علم الجيولوجيا والفيزياء بدأت الشركات النفطية بتوظيف الطرق الحديثة للبحث عن المصائد النفطية وقامت بنشر نشاطها في مناطق مختلفة من الكرة الأرضية. وعموماً تبدأ مرحلة الاستكشاف بالبحث عن المناطق التي يحتمل وجود مصائد النفط فيها ومن ثم يتم البحث عن المصائد المناسبة وذلك لحفر الآبار الاستكشافية والتي يتم على أساسها اتخاذ القرار بمتابعة الحفر أو التوقف. ويمكننا تقسيم عمليات الكشف عن النفط الى قسمين رئيسيين هما عمليات المسح الجيولوجية والجيوفيزيائية.

أولاً: عمليات المسح الجيولوجية (Geological Survey Techniques): يتم في هذه المرحلة اعداد خرائط لطبقات الأرض وذلك باستعمال طريقة التصوير الجوي. وتوضح هذه الخرائط انواع الطبقات وطبيعتها من صخور رملية أو أخرى. كما توضح الكسور والالتواءات الموجودة في المنطقة. وتعتمد هذه الطريقة على الأشعة تحت الحمراء لتصوير الطبقات السفلى لتوضيح تفاصيلها.

ثانياً: عمليات المسح الجيوفيزيائية (Geophysical Survey Techniques): وتعتمد هذه الطريقة على قياس الصفات الطبيعية لطبقات الأرض مثل درجة المغناطيسية أو

جدول (٥ - ٢) : نسبة الكبريت في بعض النفوط .

المنطقة الجغرافية	نسبة الكبريت الى الوزن %
الشرق الأقصى	٠.١٥
شرق تكساس	٠.٣٦
شرق فنزويلا	٠.٥٥
ايران	١.٤٠
غرب تكساس	٢.٠٠
غرب فنزويلا	٢.٢٠
الكويت	٢.٤٥

المصدر : James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Page 67,

قوة الجاذبية بالإضافة الى مدى نقل الطبقات للاهتزازات حيث ان الطبقات الصخرية تختلف في هذه الصفات مما يمكن الجيولوجي من تحديد نوعها تبعاً للمعلومات المجمعة من هذه العملية . وتنقسم عمليات المسح الجيوفيزيائية الى ثلاثة أقسام اعتماداً على نوع الصفات المراد قياسها . فهناك المسح المغناطيسي والمسح الجاذبي والمسح السيزموجرافي . ونوضح فيما يلي كل نوع باختصار:

المسح المغناطيسي (Magnetic Survey) : أو طريقة قياس مغناطيسية الطبقات المختلفة حيث تحاول تحديد الطبقات الأرضية عن طريق قياس درجة واتجاه المغناطيسية فيها وبالتالي تحديد تراكيبها الجيولوجية . وتعتبر هذه الطريقة ذات تكلفة منخفضة ولكنها غير حاسمة . أما المسح الجاذبي (Gravity Survey) : فإنه يعتمد على خاصية أخرى ألا وهي اختلاف جاذبية الطبقات الصخرية المختلفة

نتيجة لاختلاف كثافتها مما يتيح تحديد نوع الطبقات تبعا للاختلافات الصغيرة الموجودة في درجة الجاذبية. وتعتبر هذه الطريقة منخفضة التكلفة ايضا واسترشادية فقط، ويوضح الشكل (٥ - ٣) عمل المقياس الجاذبي. وأخيرا هناك

عملية المسح السيزموجرافي (Seismic Survey) : والتي تهدف الى تحديد انواع الصخور في الطبقات الأرضية المختلفة من خلال قدرتها على نقل الذبذبات الصوتية. ويتم ذلك عن طريق احداث هزات صناعية ومن ثم استقبال هذه الهزات على مسافات متباعدة باستخدام جهاز السيزموجراف (Seismograph). وبما ان الصخور تختلف في مقدرتها على نقل الذبذبات فانه يمكن تحديد انواع الصخور الموجودة في المنطقة. وتتميز هذه الطريقة بكونها ذات تكلفة عالية ولكنها دقيقة، لذا فانها تعتبر أهم الطرق المستخدمة للكشف عن مواقع التراكيب الجيولوجية المناسبة للحفر. وبعد ان تستكمل عملية جمع المعلومات يستطيع الجيولوجي تصميم خرائط مختلفة للطبقات الأرضية يوضح فيها اماكن وجود الكسور والقباب بالاضافة الى خواص الطبقات من حيث النفاذية والمسامية. وبعد ان يتم ذلك يجري العمل على تصميم نموذج للمنطقة موضحا الاماكن التي يحتمل وجود السوائل الهيدروكربونية فيها، وعند هذه النقطة تكون الشركة الباحثة عن النفط جاهزة للبدء في الحفر.

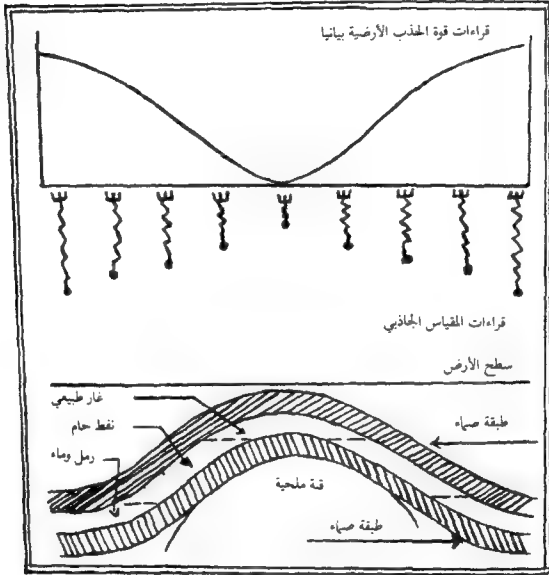
(ب - ٢) مرحلة الحفر (Drilling Stage) :

تأتي هذه المرحلة بعد ان يتم تحديد موقع المكنن النفطي ويتم الاتفاق على نقطة الحفر للبئر الاستكشافية (تسمى بالبئر العشوائية Wild Cat اذا كانت المنطقة بكرًا لا يعرف عنها انها منتجة). ويعتبر الحفر الاختبار النهائي لاجراءات الاستكشاف والخطوة الاولى في الانتاج.

أولا : أهمية حفر الآبار :

يعتبر حفر الآبار الوسيلة النهائية لمعرفة وجود النفط من عدمه بعد ان تستكمل عمليات تحديد المناطق التي يتوقع وجود النفط فيها من خلال العمليات

شكل (٥ - ٣) : عمل المقياس الجاذبي (Gravimeter).



المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 98.

الاستكشافية التي سبق ذكرها . وتأتي أهمية حفر الآبار من المعلومات التي تستقى عن طبيعة الصخور وصفاتها من حيث سمكها وامتدادها بالإضافة الى المعلومات المفيدة لحفر آبار اضافية . وعند وجود النفط فان عملية الحفر ضرورية لتقدير حجم النفط المخزون (Oil in Place) ونسبة الاستخلاص الاولى المتوقعة مما يحدد الجدوى الفنية والاقتصادية والتي على اساسها يتخذ قرار الاستمرار في تطوير البئر من عدمه . وعند التأكد من وجود النفط بكميات تجارية ، يجري حفر آبار تطويرية (Development Wells) لاستغلال النفط والمحافظة على الضغط الموجود داخل المكمن .

ثانيا : طرق الحفر (Drilling Methods) :

من الطبيعي ان تسبق عملية الحفر الاستفادة من المعلومات المتوافرة نتيجة للعمليات الاستكشافية التي سبق اجراؤها وذلك لتحديد كل ما يتعلق بالبئر من حيث الموقع والواصفات الفنية والهندسية الاخرى .
أما بالنسبة لطرق الحفر فقد تطورت بشكل كبير خلال الفترة منذ اكتشاف النفط ، حيث كانت الطرق المستخدمة سابقا كالحفر بالدق (Cable Tool) تتميز بالبساطة والمخاطرة ، وذلك لعدم وجود احتياطات الأمان الضرورية في حالة مواجهة طبقة حاملة للنفط والغاز تحت ضغط مرتفع . اما الطريقة التي حلت محل الدق فهي طريقة الحفر الدوراني (Rotary Drilling) . تتميز هذه العملية بدوران ما يسمى بالدقاقة تحت ضغط من الانابيب الثقيلة مما يفتت الصخور ، ويستخدم الطين في تبريد الدقاقة من خلال ضخه الى داخل البئر . ويخرج الطين من الفراغ بين الدقاقة والبئر .

وتأتي أهمية الطين في رفع فتات الصخور من البئر بالإضافة الى توفير ضغط لمنع انهيار الجدران ومنع السوائل الموجودة في المكمن من الخروج مما يمنع الثوران وعادة ما تأتي بعد كل مرحلة من الحفر مرحلة التنظيف والتبطين التي تؤدي وظائف عديدة أهمها منع تلوث المياه العذبة ، ومنع انغلاق الحفرة ومنع اختلاط

الماء بالنفط والسيطرة على الضغط في المكمن وأخيرا تحديد الانتاج . ونذكر هنا ان هذه الطريقة قد ساعدت في تقليل الحوادث الناجمة من ثوران الآبار بالإضافة الى التمكن من الوصول الى طبقات عميقة (ما يقارب من ٣٢٠٠٠ قدم مقارنة مع ٧٥٠٠ قدم بواسطة الدق) . ونظرا لصعوبة هذه الطريقة فقد استبدلت بها طريقة الحفر التوربيني (Turbo Drilling) . وتشبه هذه الطريقة الحفر الدوراني الا ان الدقاقة وحدها فقط تدور في داخل البئر دون دوران انابيب الحفر ويتم ذلك عن طريق ضخ الطين بقوة كبيرة مما يجعل الدقاقة تدور . وأخيرا هناك الحفر في المناطق المغمورة بالمياه ويمكن القول ان طرق الحفر متشابهة مع الطرق المستخدمة على اليابسة الا ان الظروف السائدة في المناطق المغمورة بالمياه اصعب ، مما يجعلها تتطلب تقنية متقدمة من خلال وضع وحدات عائمة تستخدم لعمليات الحفر المختلفة .

ويمكن القول بأن عمليات الاستكشاف ذات تكلفة عالية بسبب ارتفاع احتمالات عدم وجود النفط بكميات تجارية . ولقياس عامل المخاطرة في البحث عن النفط فانه تم استحداث مقياسين مهمتهما تقدير مقدار المخاطرة من خلال قياس الخصوبة النفطية لمنطقة ما . وسوف نذكر فيما يلي طرق قياس الخصوبة بالإضافة الى ذكر الطرق التي تتبعها الشركات للتقليل من المخاطرة التي تواجهها .

ثالثا : طرق قياس الخصوبة النفطية :

هناك مقياسان يستخدمان في تقدير الخصوبة النفطية لمنطقة معينة . يعتمد المقياس الاول على مفهوم نسبة نجاح الآبار الاستكشافية ويقدر كما يلي :

$$\text{نسبة نجاح الآبار الاستكشافية} = \frac{\text{عدد الآبار الاستكشافية الناجحة}}{\text{عدد الآبار الكلية المحفورة}}$$

ولا شك ان هذا المقياس يتميز بالقصور بسبب عدم التمييز بين الآبار الناجحة الكبيرة والصغيرة مما يتسبب في تحيز هذه النسبة وتشويهها لحقيقة الوضع القائم .

أما المقياس الثاني فيعتمد على مفهوم الكميات الحدية وذلك عن طريق مقارنة مقدار الزيادة في الاحتياطي الكلي لكل قدم تم حفرها . من الواضح انه كلما زادت الأقدام المحفورة لكل وحدة اضافية من الاحتياطي انخفضت الخصوبة النفطية . وتواجه الشركات النفطية عامل المخاطرة من خلال توزيع نشاطاتها الاستكشافية في مناطق مختلفة من العالم بالاضافة الى الدخول في نشاطات استكشافية مشتركة مع الشركات الاخرى وأخيرا العمل على استخدام أحدث الوسائل العلمية للبحث عن النفط وتحديد مواقع الحفر .

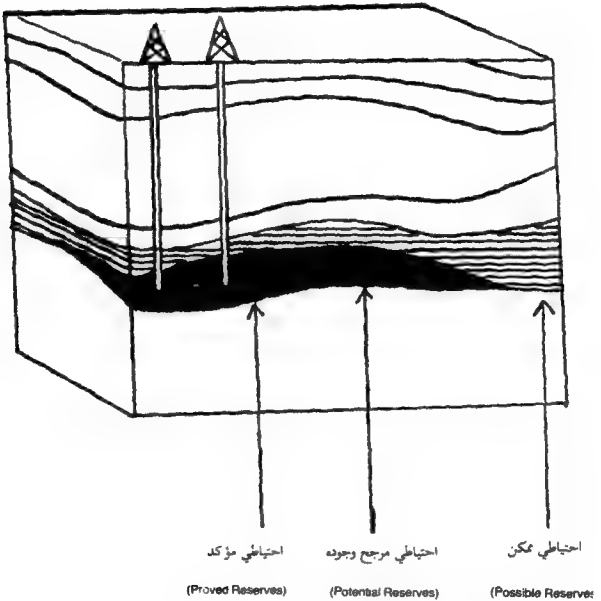
رابعا : اصناف الاحتياطي النفطي :

بعد ان يكتشف النفط بكميات تجارية تجري عملية تحديد حجم المخزون النفطي الموجود (Oil in Place) ، وقد جرت العادة على تصنيف المخزون النفطي الى انواع مختلفة من الاحتياطيات اعتمادا على دقة المعلومات المتوفرة عنها . فهناك الاحتياطي المؤكد والمرجح وجوده والممكن والمحتمل . وسوف نوضح فيما يلي كل صنف باختصار . ويوضح الشكل (٥-٤) هذه الاصناف .

١- الاحتياطي المؤكد (Proved Reserves) : هو كميات النفط المقدرة من معلومات جيولوجية وهندسية دقيقة آخذة بالاعتبار الظروف الاقتصادية والتقنية المعروفة حاليا . ويدخل ضمن هذا النوع كميات النفط الاضافية التي تم التأكد من الحصول عليها من خلال تطبيق وسائل الاستخلاص الثانوي .

٢- الاحتياطي المرجح وجوده (Potential Reserves) : هو كميات النفط الممكن الحصول عليها من المناطق المجاورة لمكامن تم التأكد من احتياطيتها أو من مكامن تشبه خواصها المكنن الذي تم تطويره وذلك طبقا لمعلومات جيولوجية غير كاملة تم جمعها بواسطة اجهزة حفر معينة . وعادة ما يتوقع ان يتحول نصف هذه

شكل (٥ - ٤) : أصناف الاحتياطي النفطي



الاحتياطيات المحتملة الى مؤكدة. ويشمل هذا النوع من الاحتياطي ما يلي :

- الكميات التي قد تتواجد في الامتدادات الافقية والعمودية للطبقات المنتجة.

- الكميات الممكن الحصول عليها من خلال تطبيق وسائل الاستخلاص الثانوي والتي ثبت نجاحها في المكامن المشابهة.

- الكميات الممكن تواجدها في الطبقات التي لم ينتج النفط منها بعد.

٣- الاحتياطي الممكن (Possible Reserves) : هو الكميات التي يتوقع وجودها بناء على نظريات تحاول تحديد المقادير الممكن وجودها في مناطق معينة بالمقارنة مع مناطق اخرى مشابهة لها. وتعتمد هذه التوقعات على بعض المعلومات المجمعة من أجهزة القياس الزلزالية.

٤- الاحتياطي المحتمل (Probable Reserves) : لا يتمتع هذا النوع بالدقة ويكون عادة مبني على التوقعات اكثر منه على المعلومات، وتشمل عادة الكميات المتوقع استخلاصها من المكامن التي لم يجر تطويرها بعد.

من الواضح ان الاحتياطي المؤكد يشكل جزءا من المخزون النفطي في الارض والذي يمكن حسابه باستخدام المعلومات المتوافرة من النماذج الكمينة. ولكن يجب الاشارة الى ان الاحتياطي المؤكد غير ثابت نتيجة لاعتماده على الظروف الاقتصادية والتي تتغير من فترة الى اخرى. لذلك فانه من المعقول ان نرى تذبذبات في الاحتياطيات المؤكدة للدول المختلفة عند حدوث تغيرات في اسعار النفط.

(ب - ٣) مرحلة الانتاج (Production Stage) :

تأتي مرحلة الانتاج بعد ان تتم عملية الحفر وتهيئة البئر بوضع مجموعة من الصمامات والتوصيلات (Christmas Tree) التي تسمح بالتحكم الكامل في الانتاج من البئر. وعادة ما تكون مرحلة الانتاج مقسمة الى ثلاث مراحل، المرحلة الاولى ويكون الانتاج فيها معتمدا على القوى الكمينة (Reservoir Drives) والمرحلة الثانية

تتسم باتباع خطوات للمحافظة على القوى المكمية والمرحلة الاخيرة يتم فيها استخدام وسائل خارجية معقدة لانتاج كميات اضافية من النفط الموجود في المكنن . وسوف نتحدث فيما يلي عن كل مرحلة باختصار .

١ - الانتاج الابتدائي (Primary Recovery) :

يتم الانتاج في هذه المرحلة بالاعتماد على قوى الدفع المخزنة في المكنن والناجمة من عدة عوامل مختلفة هي الغاز المذاب في النفط (Solution- Gas Drive) أو الموجود في أعلى القبة النفطية (Gas- Cap Drive) وأخيرا الماء الموجود في اسفل الطبقة النفطية (Water Drive) . ففي حالة القبة الغازية فان ضغط الغاز على النفط يجعل عامود النفط يرتفع الى أعلى ، وعادة ما تكون الكمية المنتجة اكبر كلما تمت المحافظة على الضغط من خلال منع تسرب كميات كبيرة من الغاز . أما بالنسبة للدفع المائي الناتج من انخفاض الضغط وبالتالي تحرك الماء الى الأعلى ليحل محل النفط فان هذا النوع من الدفع يعتبر من اكثر الطرق كفاءة . أما دفع الغاز المذاب فينتج من انفصال الغاز عن النفط على شكل فقاعات عند حفر البئر ويؤدي الى ضغط النفط من الأعلى مما يساعد في خروجه من البئر . ولكن يمكن القول بشكل عام بأن مقدار النفط المزاح يعتمد على الضغط داخل المكنن بالإضافة الى لزوجة النفط التي تؤثر في قدرته على التنقل عبر المسامات الصخرية . لذلك فانه من الضروري ان يتركز الانتباه عند تحديد حجم الانتاج الى عدة عوامل مثل جودة النفط ومسامية ونفاذية الصخور بالإضافة الى هيكل صخور المكنن . وبأخذ هذه العوامل بالاعتبار يتم عادة تحديد كفاءة البئر أو معدل الانتاج الأقصى كفاءة (Maximum Efficiency Rate) والذي يتيح انتاج اكبر كمية من النفط من المكنن .

وتجدر الإشارة هنا بأن هناك طرقا معينة تستخدم لزيادة نفاذية الصخور لتيسر نقل النفط عبر الصخور مما يزيد من الانتاج الكلي . ومن هذه الطرق نذكر طريقة التكسير بواسطة الماء (Hydrofracturing) ويتم ذلك عن طريق دفع الماء بقوة كبيرة لاجداث شروخ في الصخور . أما الطريقة الثانية فهي التحميض (Acidization) وتستخدم للصخور الكلسية (كربونات الكالسيوم) وذلك بدفع احماض في المكنن لفتح ممرات في الصخور أو توسيع المسامات الموجودة فيها . وغالبا ما يتم استخدام

هاتين الطريقتين في مرحلة تطوير الأبار قبل الانتاج ولكن يمكن استعمالها بعد الشروع في الانتاج لزيادة كمية النفط المنتجة. ومع انخفاض الضغط داخل المكمن تنتهي عملية الانتاج الابتدائي ويتم في هذه المرحلة استخراج حوالي ٢٠ - ٣٠٪ من النفط الموجود في المكمن. ويوضح الشكلان (٥ - ٥) و(٥ - ٦) كيفية الانتاج بواسطة دفع القبة الغازية ودفع الماء من الأسفل.

٢- الانتاج المعزز (Enhanced Oil Recovery) :

بعد الانتهاء من مرحلة الاستخلاص الأولى يجري العمل على انتاج النفط باستخدام طرق تتدرج في تعقيدها وهي :

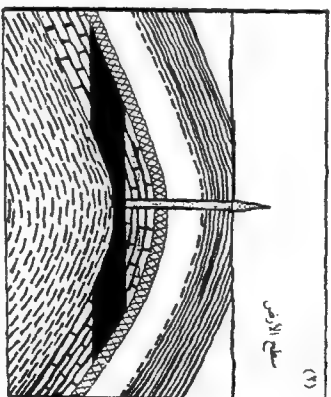
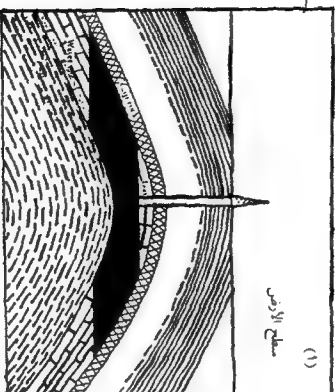
أولاً : الانتاج الثانوي (Secondary Recovery) :

تبدأ هذه المرحلة عندما يبدأ الضغط المكمني بالهبوط. والهدف منها هو المحافظة على الضغط الموجود من خلال اعادة ضخ الغاز او الماء داخل المكمن. ويتم ذلك من خلال حقن الغاز في أعلى المكمن ليحل محل أو يرفع من ضغط القبة الغازية مما يساعد على ازاحة النفط عبر الأنابيب الى الخارج. أما الحقن بالماء فانه يتم عبر آبار خاصة للحقن والهدف منه زيادة ضغط الماء الموجود في اسفل القبة مما يساعد على زيادة كميات النفط المزاحة الى أعلى. وتجدر الإشارة هنا بأن هذه الطرق يمكن استخدامها في المرحلة الاولى من الانتاج في بعض الحالات التي يكون فيها الضغط المكمني ضعيفاً، وعادة مما يؤدي استخدام طرق الاستخلاص الثانوي الى زيادة حجم النفط المنتج الى حوالي ٥٠٪ من النفط الموجود. ويبين الشكل (٥ - ٧) كيفية الانتاج بواسطة طرق الاستخلاص الثانوي.

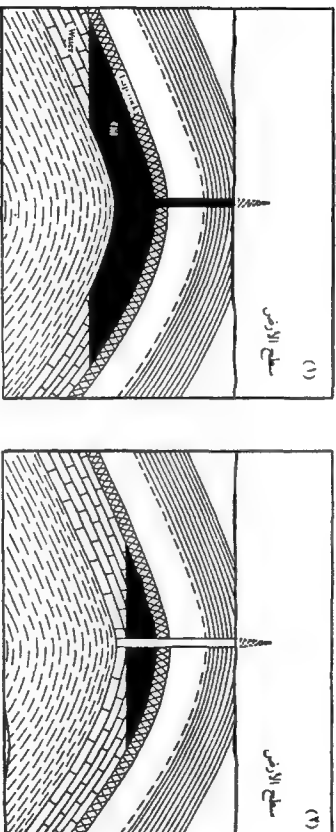
ثانياً : الانتاج الثالثي (Tertiary Recovery) :

حيث ان كميات النفط المنتجة لا تتعدى ٥٠٪ من النفط الموجود عند استخدام الطرق الابتدائية والثانوية فان ذلك يعني ضياع كميات كبيرة من النفط دون الاستفادة منها. لذلك فقد طورت الشركات النفطية تقنيات حديثة ومعقدة هدفها زيادة نسبة الانتاج الكلي عما هي عليه الان. وتنقسم هذه الطرق الى نوعين حرارية واخرى كيميائية، وسوف نوضح كلا منهما على حدة.

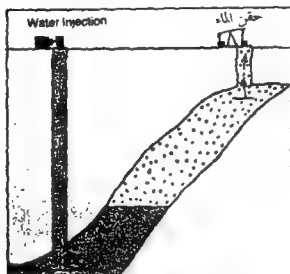
شكل (٥ - ٥) : الانتاج بواسطة قوى الدفع الكهربية
(دفع القبة الغازية).



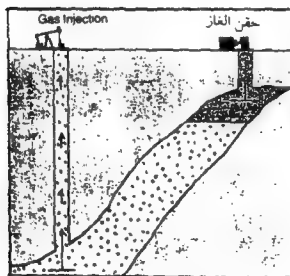
شكل (٥ - ٦) : الانتاج بواسطة قوى الدفع الكمية
(دفع الماء من اسفل)



شكل (٥ - ٧) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثانوية
(حقن الماء أو الغاز).



(حقن الماء في قاع المكمن)



(حقن الغاز في أعلى المكمن)

المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 174.

الطرق الحرارية (Thermal Processes) :

وتعتمد هذه الطرق على الطاقة الحرارية في تقليل لزوجة النفط الموجود في المكمن مما يسهل انسيابه وبالتالي استخراجه ، حيث انه من المعروف ان اللزوجة تنخفض مع ارتفاع درجة الحرارة . ويتم استخدام الطرق الحرارية عادة في مكامن النفوط الثقيلة او التي تحوي مواد هيدروكربونية صلبة مثل رمال القار . وتتم هذه الطريقة اما بالحرق الموضعي (In - Situ Combustion) لكمية من النفط في المكمن مما يولد الحرارة اللازمة لتسخين الاجزاء الاخرى او من خلال حقن بخار الماء (Steam Injection) أو الماء الساخن عن طريق آبار الحقن (Hot Water Injection) .

ويبين شكل (٥ - ٨) طريقة حقن بخار الماء من خلال بئر حقن والحرق الموضعي .

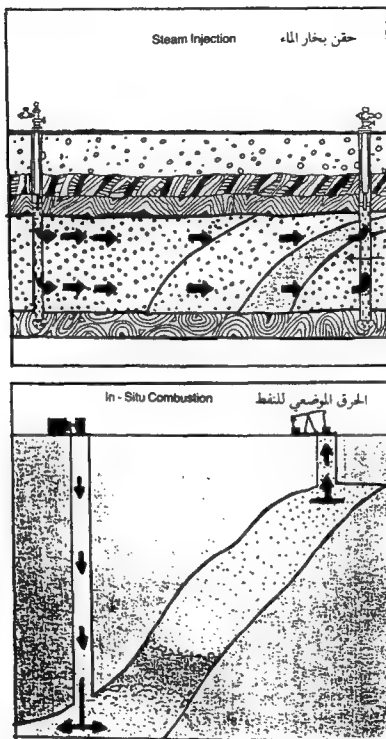
الطرق الكيماوية (Chemical Processes) :

وتهدف هذه الطرق الى تغيير صفات السوائل الهيدروكربونية الموجودة في المكمن مما يسهل انسيابها خلال المسامات الصخرية . ويمكن ذلك بالاستفادة من الخواص الكيماوية لبعض المواد المعروفة والتي يتم حقنها في المكمن . وهناك ايضا تأثير القوى الشعرية الناتجة من الشد السطحي بين السوائل في المكمن والتي تعرقل حركة هذه السوائل مما يستدعي تخفيض هذه القوى اوازالتها لكي تتحرك هذه السوائل نحو البئر . ومن الطرق المعروفة يمكننا ذكر طرق حقن المواد المذيبة والبوليمرات وثنائي اكسيد الكربون بالاضافة الى الاستفادة من خاصية التجانس او الامتزاج بين المركبات الكيماوية (Miscible Displacement) المختلفة والتي يمكن على اساسها ازالة كميات من سائل معين بخلطه بسائل اخر متجانس معه . ونذكر هنا ان هذه الطرق ذات تكلفة عالية ويتم تقدير حاجة كل مكمن بصورة مستقلة تبعا لصفاته .

ثالثا : معالجة النفط المنتج (Field Processing) :

نظرا لاحتواء النفط الخام المنتج على كميات من الماء والتراب بالاضافة الى الغاز الطبيعي والشوائب الغازية الأخرى فانه ينقل الى مراكز تجميع النفط - التي تجمع انتاج آبار مختلفة - لكي تتم عملية فصل هذه الشوائب . وتستخدم في عملية

شكل (٥ - ٨) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثالثة
(الطرق الحرارية)



المصدر: Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Pages 165 & 176.

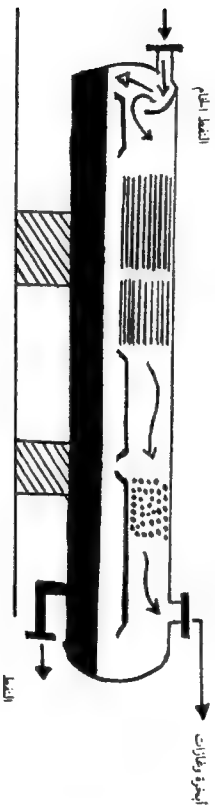
فصل بخار الماء والغاز الطبيعي صهاريج مخصصة (صهاريج التدفق Flow Tank) لهذا الغرض حيث يدخل النفط من جانب ويخرج من جانب مقابل في حين يتم استخلاص بخار الماء والغاز الطبيعي من أعلى الصهريج كما هو موضح في الشكل (٥ - ٩). وعادة ما يتم تخفيض ضغط النفط من خلال تمريره في عدة صهاريج حتى يساوي الضغط الجوي ، ويتم عند ذلك عملية الفصل لينقل النفط الى صهاريج الخزن التي يضخ منها النفط الى المصافي او مرافق التحميل عبر الانابيب او الناقلات البحرية .

هذا مع العلم بأن الآبار الصغيرة عادة ما تكون مجهزة بوحدات فصل بسيطة (Separators) قادرة على التخلص من الموائع المكمية المصاحبة للنفط . وتعتمد هذه الوحدات على خاصية الجاذبية (Gravity) والاختلافات في الوزن النوعي (Specific Gravity) ، حيث يترسب الماء في القاع يليه النفط ثم الغاز ويتم استخلاص كل منها من خلال فتحات من الأعلى والأسفل والجوانب .

وفي حالة امتزاج كميات كبيرة من الماء مع النفط فان هناك وسائل للتخلص من هذه المشكلة من خلال المعالجة بالحرارة (Heat Treatment) أو بعض المواد الكيماوية (Chemical Treatment) التي تعمل على تقليل قوة الشد السطحي (Surface Tension) بين الماء والنفط مما يتسبب في انفصالهما .

وبالنسبة للاملاح والاطيان (Salt & Sediment) فانها عادة ما تزال بواسطة غسل النفط بالماء قبل فصل الماء بالطرق المذكورة سابقا . ونشير أخيرا الى انه في حالة وجود كميات كبيرة من الشوائب الكبريتية الضارة مثل غازي كبريتيد الهيدروجين وثنائي اكسيد الكبريت فان ذلك يتطلب اجراءات اضافية لفصل هذه الغازات عن النفط قبل نقله لما تسببه هذه الشوائب من أضرار بالمنشآت والانابيب .

شكل (٥ - ٩) : خزان التدفق المخصص لفصل الأبخرة من النفط



ج - تطور احتياطي وانتاج واستهلاك العالم من النفط

يعتبر النفط، كما سبق وأن أشرنا، من أهم مصادر الطاقة التجارية في العالم حاليا حيث شكلت حصته في اجمالي استهلاك العالم من الطاقة حوالي ٤٤٪ سنة ١٩٨٤. ونتطرق في هذا الجزء الى تطور احتياطي وانتاج العالم من النفط باختصار.

(ج - ١) تطور احتياطي العالم من النفط :

نظرا لأهمية النفط كمصدر للطاقة فقد درج عدد كبير من الجيولوجيين والمؤسسات المختلفة على اجراء دراسات لتقدير كمية النفط الاجمالية الموجودة والممكن استخلاصها من الأرض. وتتميز هذه التقديرات عموما باتجاهها الصعودي ففي حين قدرت الكمية الاجمالية سنة ١٩٤٢ بحوالي ٦٠٠ بليون برميل نجد انها بلغت ٢٥٩٥ بليون برميل حسب توقعات هذه الجهات سنة ١٩٨٠.

ويوضح جدول (٥ - ٣) تطور هذه التقديرات للفترة ١٩٤٢ - ١٩٨٠. ويمكن تفسير هذه الزيادة في تقديرات الكمية الاجمالية من النفط الى ازدياد الثقة في المعلومات الجيولوجية المستقاة من عمليات الاستكشاف بالاضافة الى توسع هذه العمليات في مناطق العالم المختلفة. ومن المتوقع ان ترتفع هذه التقديرات مستقبلا بسبب وجود عدد كبير من الدول التي لم تحظ حتى الان بمقدار كاف من عمليات التنقيب. وتضم هذه المجموعة من الدول المكسيك والبرازيل وانجولا ومصر وزائير وتشاد وباكستان والهند وبنغلاديش وكمبوديا وسريلانكا والصين وغيرها. كما ان هناك احتمالات بارتفاع احتياطيات عدد كبير من الدول النفطية وخصوصا الشرق أوسطية منها. وللاطلاع على تطور الاحتياطي المؤكد من النفط خلال الفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٦، نستعرض جدول (٥ - ٤). من الملاحظ ان الاحتياطي المؤكد خلال الفترة المذكورة قد ارتفع بشكل متواصل ليبلغ

٧٠٠ بليون برميل نفط سنة ١٩٨٦. أما التوزيع الجغرافي للاحتياطيات المؤكدة لسنة ١٩٨٦ فقد سبق استعراضه في جدول (٣ - ٩) من الفصل الثالث. تتركز هذه الكميات عموماً في منطقة الشرق الأوسط (بنسبة ٥٧٪) و ١٢٪ لكل من دول التخطيط المركزي وأمريكا اللاتينية و ٨٪ لأفريقيا، انظر شكل (٥ - ١٠) أيضاً. ويبين جدول (٣ - ٩) كذلك مدى تركيز الامدادات النفطية في الدول النامية الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) حيث تحوز هذه الدول على ما نسبته ٦٨٪ من اجمالي الاحتياطي المؤكد في حين تشكل حصة مجموعة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حوالي ٩٪ فقط.

وبالنسبة لتوزيع الاحتياطيات المؤكدة حسب اهم الدول، انظر جدول (٣ - ١٠) من الفصل الثالث. من الواضح ان السعودية تأتي في مقدمة الدول حيث تحوز على حوالي ربع الاحتياطي المؤكد في حين تأتي الكويت في المرتبة الثانية بحصة تعادل ١٢٫٨٪ والاتحاد السوفيتي في المرتبة الثالثة بنسبة ٨٫٧٪.

جدول (٥ - ٣) : تقديرات الكمية الاجمالية من النفط الممكن استغلالها، ١٩٤٢ - ١٩٨٠.

(بليون برميل نفط)

السنة	التقدير	السنة	التقدير
١٩٤٢	٦٠١٫١	١٩٦٥	٢٤٧٧٫٥
١٩٤٦	٤٠٣٫٢	١٩٦٨	١٨٠٣٫٢
١٩٤٨	١٣٤١٫٤	١٩٧٠	١٨٠٣٫٢
١٩٥٣	٩٩٦٫٩	١٩٧٢	٣٦٥٠٫٣
١٩٥٦	١٢٥٣٫٤	١٩٧٦	١٨٩٨٫٥
١٩٥٩	١٧٣٧٫٢	١٩٨٠	٢٥٩٤٫٨

المصدر: World Energy Conference 1980 : Survey of Energy Resources, Munich, September 1980.

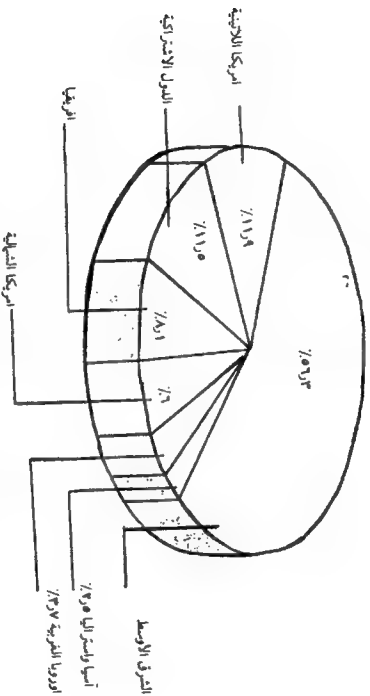
جدول (٥ - ٤) : تطور احتياطي وانتاج العالم من النفط، ١٩٥٠ - ١٩٨٦ .

السنة	الاحتياطي المؤكد (بليون برميل)	الانتاج الاجمالي (بليون برميل)	عمر الاحتياطي (سنة)
١٩٥٠	٧٦٤٥	٣٨٠	٢٠
١٩٥٥	١٥٧٥٠	٥٦٣	٢٨
١٩٦٠	٢٩٠٠٤	٧٦٧	٣٨
١٩٦٥	٣٣٨٦٧	١١٠٦	٣١
١٩٧٠	٥٣٠٥٣	١٦٧٢	٣٢
١٩٧٥	٧١٢٤٢	١٩٥٠	٣٧
١٩٨٠	٦٤٢١٧	٢١٧٦	٣٠
١٩٨٥	٦٩٩٨١	١٩٤٣	٣٦
١٩٨٦ ^(١)	٧٠٠١٤	٢٠٠٠	٣٥

المصدر : Basic Petroleum Data Book, American Petroleum Institute, Vol.6, No.2, May 1986.

ملاحظة (١) : تدل أرقام الاحتياطي على الوضع حسب أول يناير ١٩٨٦ في حين يدل الانتاج على معدل الاربع شهور الأولى من سنة ١٩٨٦ .

شكل (٥ - ١٠) : احتياجات النفط الموزعة، نهاية ١٩٨٥
(نسب مئوية)



المصدر : BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum,
June 1986.

(ج - ٢) تطور انتاج واستهلاك العالم من النفط :

يوضح جدول (٥ - ٤) تطور الانتاج العالمي من النفط للفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٦ . لا شك ان الانتاج قد ارتفع بشكل هائل خلال تلك الفترة ليلبلغ حوالي ٢٠ بليون برميل سنة ١٩٨٦ (٥٤٨ مليون برميل في اليوم) مقارنة مع ٣٨٨ بليون برميل (٤٠٤ مليون برميل يوميا) سنة ١٩٥٠ . ولتابعة تطور الانتاج في المناطق الجغرافية المختلفة للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ نستعرض الجدول (٥ - ٥) . من اللافت للنظر في الجدول المذكور تنامي انتاج جميع مناطق العالم باستثناء الشرق الأوسط خلال الفترة المذكورة . فقد وصل انتاج الشرق الأوسط ذروته سنة ١٩٧٧ وبدأ بالهبوط بعد ذلك ليصل الى أقل من نصف هذه الكمية سنة ١٩٨٥ . ويلاحظ أيضا ارتفاع انتاج دول أوروبا الغربية من النفط بشكل حاد وهي تمثل حصة الانتاج في دول بحر الشمال (بريطانيا والنرويج) بشكل رئيسي .

نشير أخيرا الى ان الانتاج النفطي في الولايات المتحدة قد استمر على معدلاته السابقة مع التذبذب بشكل محدود . هذا ويوضح جدول (٥ - ٦) توزيع انتاج النفط في العالم حسب أهم الدول وذلك لسنة ١٩٨٦ . من الملاحظ ان الاتحاد السوفيتي يأتي في مقدمة أهم الدول المنتجة للنفط تتبعها الولايات المتحدة والمملكة العربية السعودية . ويوضح هذا الجدول بجلاء مدى تركيز الامدادات النفطية في الدول النامية والتي يشكل استهلاكها جزءا يسيرا من مجمل انتاجها .

نستعرض أخيرا جدول (٥ - ٧) الذي يبين حجم استهلاك العالم من النفط الخام وفق المجموعات الدولية المختلفة مقارنة مع الانتاج الكلي فيها وذلك للفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٦ . وقد امتاز الاستهلاك بنموه في الجزء الأول من الفترة المذكورة حيث وصل الى حوالي ٦٤٤ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٩ مقارنة مع ٥٦٣ مليون برميل يوميا سنة ١٩٧٣ مع العلم ان هذه الفترة شهدت ارتفاع اسعار النفط بمعدلات عالية جدا . هذا وقد تراجع الاستهلاك بعد ذلك بشكل حاد بسبب التطورات السعرية الثانية التي أصابت السوق النفطية خلال

جدول (٥ - ٥) : تطور انتاج العالم من النفط الخام حسب المناطق ،

١٩٦٥ - ١٩٨٥ .

(مليون برميل / يوم)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٦٩	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٧٩	١٩٨١	١٩٨٣	١٩٨٥
أمريكا الشمالية	٨,٦٢	١٠,٣٦	١٠,٩٨	٩,٥٧	١٠,٠٥	٩,٧٨	١٠,٠٣	١٠,٣٤
أمريكا اللاتينية	٤,٦١	٥,١١	٥,١٩	٥,٥١	٥,٢٦	٥,٩٤	٦,٠٧	٦,١٦
أوروبا الغربية	٤,٤٣	٤,٤٥	٤,٤٥	٤,٤٢	٤,٢٩	٤,٦٨	٤,٤٤	٤,٧٥
الشرق الأوسط	٨,٣٦	١٢,٣٧	٢١,١٥	٢٢,٢٠	٢١,٥٣	١٥,٦٢	١١,١٤	١٠,٣٢
أفريقيا	٢,٢٢	٥,٠٧	٥,٩٢	٦,٢٥	٦,٦٤	٤,٦٨	٤,٥١	٤,٨٣
آسيا والشرق الأقصى	٦,٦٦	٩,٩٢	٢,١٢	٢,٢٦	٢,٤٤	٢,٣٧	٢,٥٥	٢,٥٥
أوقيانوسيا	٠,٠١	٠,٠٤	٠,٣٩	٠,٤٥	٠,٤٥	٠,٣٧	٠,٤٣	٠,٥٩
دول التخطيط المركزي	٥,٣٢	٧,٢٥	٩,٥٩	١٣,٢١	١٤,١٧	١٤,٥٩	١٤,٨١	١٤,٨٥
العالم	٣٠,٢٢	٤١,٥٧	٥٥,٨٠	٥٩,٨٦	٥٩,٨٢	٥٦,٠٣	٥٢,٨٠	٥٣,٣٩

المصدر : التقرير الاحصائي للأوبك ، جدول ١٤ ، ص ١٥ ، منظمة الأقطار

المصدرة النفط ، ١٩٨٤ .

- Oil and Gas Journal, March 10, 1986.

جدول (٥ - ٦): انتاج النفط في أهم عشرين دولة، ١٩٨٦ . (مليون برميل / يوم)

الدولة	الانتاج ^(١)
الاتحاد السوفيتي	١٢ر١١
الولايات المتحدة	٨ر٩٥
السعودية	٤ر٣٠
بريطانيا	٢ر٦٧
الصين	٢ر٥٠
المكسيك	٢ر٣١
ايران	١ر٩٩
العراق	١ر٦٩
فنزويلا	١ر٥٦
نيجيريا	١ر٤٨
كندا	١ر٣٧
الامارات العربية	١ر٣٥
اندونيسيا	١ر٣٣
الكويت	١ر٢٣
ليبيا	٠ر٩٨
مصر	٠ر٨٠
النرويج	٠ر٧٢
البرازيل	٠ر٥٨
الجزائر	٠ر٥٨
عمان	٠ر٥١
العالم	٥٤ر٩٤

المصدر : Oil and Gas Journal, March 10, 1986

ملاحظة (١) : الانتاج حسب معدل اربعة اشهر (يناير الى ابريل ١٩٨٦).

١٩٧٩/١٩٨٠ . وبما لا شك فيه ان تراجع استهلاك العالم من النفط يعتبر تطورا مهما حيث لم يسبق أن حدث ذلك منذ بدء استخدام النفط بشكل تجاري ابتداء من نهاية القرن التاسع عشر.

وتجدر الإشارة هنا الى ان انخفاض الاستهلاك كان متركزا بشكل أساسي في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التي حافظت على حجم استهلاكها عند ٣٣٧ مليون برميل يوميا سنة ١٩٨٦ مقارنة مع ٣٩٧ م ب / ي سنة ١٩٧٣ . أما الدول الأخرى فقد زادت جميعها من إجمالي استهلاكها في غضون تلك الفترة . وقد أسهم هذا التحول في أنماط الاستهلاك في انخفاض حصة دول منظمة التعاون من ٧٠٦٪ الى ٥٦٨٪ من إجمالي استهلاك العالم في الفترة ١٩٧٣/١٩٨٦ ، في حين ارتفعت حصة الدول النامية بشكل كبير لنصل الى ٢٥٦٪ من إجمالي استهلاك العالم سنة ١٩٨٦ .

وعند مقارنة الاستهلاك في المجموعات الدولية مع الانتاج فيها ، نلاحظ من جدول (٥ - ٧) ان دول منظمة التعاون تعاني عجزا في توفير احتياجاتها من النفط داخليا . ولذلك فهي من أهم الدول المستوردة للنفط في العالم . وتنعكس هذه الصورة عند مقارنة استهلاك وانتاج الدول النامية ، حيث يتضح ان هذه الدول تمتلك فائضا من النفط لكونها تنتج ما نسبته ٤٩٧٪ من الانتاج العالمي في حين استهلكت ٢٥٦٪ من استهلاك العالم سنة ١٩٨٦ . وتركز هذا الفائض الانتاجي بشكل أساسي في مجموعة دول الأوبك حيث تحوز على ٣٠٩٪ من الانتاج الكلي في حين تستهلك ما نسبته ٥٧٪ من الاستهلاك العالمي . أما الدول النامية خارج الأوبك فانها تعاني عجزا حيث يقل انتاجها عن مستوى استهلاكها . وأخيرا ، تتمتع الدول الأخرى وهي من منظومة الدول الاشتراكية بفائض صغير في امداداتها النفطية . نخلص من هذا التحليل ان الدول الأعضاء في الأوبك يليها بفارق كبير الدول الاشتراكية هي المصدر الرئيسي للصادرات النفطية في حين تشكل دول منظمة التعاون الاقتصادي والدول النامية أهم المناطق المستوردة للنفط في العالم .

جدول (٥ - ٧): انتاج واستهلاك العالم من النفط، ١٩٧٣ - ١٩٨٤.

	١٩٧٣		١٩٧٩		١٩٨٣		١٩٨٦	
	م/ب	%	م/ب	%	م/ب	%	م/ب	%
الاستهلاك الكلي	٥٦٣	١٠٠	٦٤٤	١٠٠	٥٨٠	١٠٠	٥٩٣	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	٣٩٧	٧٠٦	٤٠٨	٦٣٣	٣٢٩	٥٦٧	٣٣٧	٥٦٨
الدول النامية	٨٨	١٥٦	١٣٢	٢٠٥	١٤٤	٢٤٨	١٥٢	٢٥٦
الأوبك (١)	١٠	١٧	٢٢	٣٤	٣١	٥٣	٣٤	٥٧
غير الأوبك (٢)	٧٨	١٣٩	١١٠	١٧١	١١٣	١٩٥	١١٨	١٩٩
الدول الأخرى (٣)	٧٨	١٣٩	١٠٤	١٦٢	١٠٧	١٨٥	١٠٤	١٧٥
الانتاج الكلي	٥٨٢	١٠٠	٦٥٧	١٠٠	٥٦٧	١٠٠	٥٨٠	١٠٠
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	١٣٨	٢٣٧	١٤٧	٢٢٣	١٥٧	٢٧٧	١٦٨	٢٩٠
الدول النامية	٣٥٤	٦٠٨	٣٨٨	٥٩١	٢٨٢	٤٩٧	٢٨٨	٤٩٧
الأوبك (١)	٣١١	٥٣٤	٣١٥	٤٨٠	١٨٦٠	٣٢٨	١٧٩	٣٠٩
غير الأوبك (٢)	٤٣	٧٤	٧٣	١١١	٩٦	١٦٩	١٠٩	١٨٨
الدول الأخرى (٣)	٩٠	١٥٥	١٢٢	١٨٦	١٢٨	٢٢٦	١٢٤	٢١٤

المصدر : International Monetary Fund, World Economic Outlook, Washington, April 1986, P. 149.

ملاحظات : م ب / ي تعني مليون برميل / اليوم.

(١) ما عدا الاكوادور وغابون ويشمل عمان.

(٢) يشمل الصين والاكوادور ودولا نامية اخرى مصدرة وغير مصدرة للنفط.

(٣) الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية وجمهورية كوريا الشعبية وكوبا وانغولا وبيروني.

مراجع الفصل الخامس

- Joseph P. Riva, Jr., World Petroleum Resources and Reserves, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- Manfred Grathwohl, World Energy Supply; Resources, Technologies and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- David J. Rose, Learning about Energy, Plenum Press, New York, U.S.A., 1986.
- Diana Schumacher, Energy: Crisis or Opportunity, McMillan Publishers Ltd., England, 1985.
- James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- B.D. Berger and K.E. Anderson, Modern Petroleum: A Basic Primer of the Industry, PennWell Publishing Company, Tulsa, U.S.A., 1981.

- محمد ازهر السبّاك وزكريا عبد الحميد باشا، دراسات في اقتصاديات النفط والسياسة النفطية، جامعة الموصل، العراق، ١٩٧٩.
- محمود سيد امين، الكشف عن البترول وحفر آباره، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.
- حسين عبدالله، اقتصاديات البترول، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٦.

الفصل السادس

الصناعات النفطية اللاحقة:

صناعة نقل النفط الخام

(Downstream Activities: Oil Transportation)

- أ - تمهيد : صناعة نقل النفط .
- ب - وسائط نقل النفط :
 - (ب - ١) نقل النفط بواسطة الأنابيب .
 - (ب - ٢) نقل النفط بواسطة الناقلات البحرية .
- ج - التطورات في سوق الناقلات بعد سنة ١٩٧٣ .
- د - تطور تجارة النفط الخام في العالم .
- المراجع .

أ - تمهيد : صناعة نقل النفط

لقد واكبت صناعة نقل النفط الخام التطورات في الصناعة النفطية وتأثرت بالعوامل السياسية والاقتصادية والاستراتيجية التي تتحكم في هذه الصناعة وتجارتها . ولقد مرت هذه الصناعة بمراحل عديدة خلال تطورها ابتداء من التغيرات في أنماط النقل الى تغيرات في الظروف الاقتصادية السائدة فيها . وسنستعرض في هذا الفصل طرق نقل النفط الخام الرئيسية وهي الأنابيب والناقلات البحرية . ونتطرق بعد ذلك الى الحديث عن تطور صناعة الناقلات تاريخيا والوضع الحالي في سوق الناقلات . ولعل من المناسب قبل الشروع في التحليل أن نشير بإيجاز الى أهمية صناعة نقل النفط .

تنبع أهمية هذه الصناعة من كونها حلقة الوصل بين مراكز الإنتاج والاستهلاك للنفط الخام . فالتوزيع الجغرافي المتميز للنفط حيث تتركز مناطق انتاجه في الدول النامية والكتلة الشرقية بينما تشكل الدول الصناعية الغربية مثل امريكا الشمالية وأوروبا الغربية وأخيرا دول اوقيانوسيا مراكز الاستهلاك الأساسية مما يعطي هذه الصناعة بعدا اقتصاديا وسياسيا هاما ، انظر الجدولين (٥ - ٦) و(٥ - ٧) . وحيث أن الدول الغربية تهافتت في السابق على النفط لاستخدامه مصدرا للطاقة (وقود) ومادة أولية (لقيم) في عدد كبير من الصناعات فإن التجارة النفطية العالمية توسعت بشكل كبير حتى باتت تشكل نسبة كبيرة من قيمة التجارة الدولية بلغت حوالي ١٨٪ سنة ١٩٨٣ . وتبعاً لازدياد أهمية تجارة النفط الدولية فإن صناعة نقل النفط اكتسبت بدورها أهمية كبرى لكونها ملازمة لهذه التجارة .

ب - وسائل نقل النفط

ان وسائل نقل النفط عديدة، فهناك الانابيب بأنواعها المختلفة (محلية، دولية) وكذلك الناقلات البحرية. وتستخدم هذه الوسائل حسب الظروف الاقتصادية والسياسية السائدة في مناطق العالم. وستناول فيما يلي وسائل نقل النفط الخام الرئيسية وهي الأنابيب والناقلات البحرية. وسيقصر التحليل في هذا الفصل على وسائل نقل النفط الخام فقط مما يعني استثناء الوسائل المرتبطة بنقل المنتجات النفطية وغاز النفط المسال والغاز الطبيعي المسال وأخيرا الكيمائيات النفطية.

(ب - ١) نقل النفط بواسطة الأنابيب (Oil Pipelines):

تستخدم الأنابيب لنقل النفط الخام ومشتقاته الى مراكز الاستهلاك وذلك بواسطة عملية ضخ هذه السوائل من مراكز الانتاج الى نقاط الاستهلاك. وقد استخدمت خطوط الأنابيب لنقل النفط منذ زمن طويل، فقد كان يتم ضخ النفط الخام عبر الأنابيب في الولايات المتحدة منذ سنة ١٨٥٩ ولمسافات قصيرة. وانتشر استخدام الأنابيب في الولايات المتحدة بشكل مكثف فيما بعد ذلك التاريخ. أما في أوروبا فلم تستخدم الأنابيب حتى نهاية الحرب العالمية الثانية حيث بدأ استخدام الأنابيب يتزايد بسبب نمو استهلاك النفط بمعدلات عالية مما جعل الطلب على وسائل النقل يشتد. وقد كان للشركات النفطية الحكومية والأخرى بعد عام ١٩٥٢ دور فعال في انتشار خطوط الأنابيب في الدول المنتجة والمستهلكة من خلال تمويل الخطوط أو امتلاكها لجزء كبير منها. ويمكننا القول ان صناعة مد الأنابيب قد حققت نجاحا كبيرا في تطوير التكنولوجيا المتعلقة بها حيث استطاعت زيادة أطوال وأقطار خطوط الأنابيب بالإضافة الى التغلب على المعوقات الأخرى كالظروف البيئية الصعبة في المناطق المتجمدة والبحار والجبال.

ويمكن تقسيم خطوط الأنابيب الى نوعين أساسيين : الأنابيب المحلية والأنابيب الدولية. فالخطوط المحلية هي التي تخدم المناطق الداخلية في دولة معينة حيث تستخدم لنقل النفط من مراكز التجمع الى مرافق التصدير أو التخزين أو من

موانئ الاستيراد الى معامل التكرير. وهذه الأنابيب لا تنافس وسائل نقل النفط الاخرى كالتناقلات البحرية إلا في حالات قليلة حيث تختصر المسافات من خلال نقل النفط من نقطة الى اخرى في دولة معينة ويعتبر خط سومد مثالا على هذا النوع من الخطوط حيث ينقل النفط من البحر الاحمر الى البحر الابيض المتوسط عبر مصر مختصرا بالتالي المسافة للتناقلات. أما الأنابيب الدولية وهي التي تتعدى حدود الدول وتمتد عبر مناطق جغرافية واسعة فانها تعتبر منافسة للتناقلات البحرية. ومن امثلة هذا النوع من الأنابيب نذكر خطوط الانابيب المنتشرة بين دول اوروبيا الغربية مثل خط «سييل» الذي يمتد من جنوب فرنسا على البحر الابيض المتوسط الى المانيا وطوله حوالي ١٠٧٠ كيلومترا وطاقته ١٢ مليون برميل / اليوم. كذلك هناك خط «تال» الذي يمتد من ميناء «تريست» الايطالي على البحر الابيض المتوسط الى المانيا الغربية ايضا عبر جبال الالب ويبلغ طول هذا الخط ٤٢٠ كيلومترا وطاقته الاجمالية ١٨٠ الف برميل / اليوم. أما في الشرق الاوسط فهناك خطوط انابيب النفط الممتدة من مدينة كركوك العراقية الى باناس في سوريا ومنها الى ميناء درتيول التركي ويبلغ طول الخط الاول حوالي ٨٨٠ كيلومتر وطاقته حوالي ١٥ مليون برميل / اليوم في حين بلغت طاقة الخط الثاني (عبر تركيا) عند انشائه في سنة ١٩٧٧ حوالي ٥٠٠ الف برميل / اليوم. وهناك ايضا خط التابلاين الممتد من السعودية الى البحر الابيض المتوسط عند مدينة صور وطول الخط ١٢٠٠ كيلومتر وطاقته حوالي ٥٠٠ الف برميل / اليوم. أما في الولايات المتحدة فهناك خط انابيب الاسكا الذي يربط ميناء برودو (Prudhoe Bay) في الجزء الشمالي من الولايات المتحدة بمنطقة فالديز. وقد انتهى العمل به سنة ١٩٧٧ بتكلفة تقدر بحوالي سبعة بلايين دولار ويبلغ طوله حوالي ٨٠٠ ميل وطاقته حوالي ١٥ مليون برميل / اليوم. ويعتبر هذا الخط من اكثر خطوط الأنابيب تعقيدا من حيث التكنولوجيا المستخدمة ويرجع السبب في ذلك الى الظروف الجوية والجغرافية التي يمر فيها كالجبال والأنهار والثلوج بالإضافة الى التغيرات الشديدة في درجات الحرارة التي تصل الى حوالي ٦٠ درجة فهرنهايت تحت الصفر.

أما بالنسبة للمخطط المستقبلية لبناء خطوط الأنابيب فإن هناك عددا كبيرا من الدول التي وضعت مخططات البناء ولكن عددا محدودا منها وضع هذه المخططات قيد التنفيذ. ويبين جدول (٦ - ١) بعض الدول التي وضعت بعض خططها قيد التنفيذ.

جدول (٦ - ١) : خطوط انابيب النفط الخام العالمية قيد التنفيذ حسب الدول، ١٩٨٢.

الدولة	مجموع الخطوط (ميل)
الجزائر	٣٩٣
البرازيل	٥١
شيلي	١٦
كولومبيا	٥٠
كويت	٣٥
ليبيا	٤٨١
عمان	٢٧١
بنما	٧٨
السعودية	١٥٥
اسبانيا	٣٧
فنزويلا	١٢٢

المصدر : The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Pages 335-6,

Table 54, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

ويذكر ان صناعة نقل النفط بالأنابيب تتميز بكونها ذات تكلفة ثابتة عالية في حين تكون التكلفة التشغيلية منخفضة. كذلك فإنها تعتبر من الصناعات ذات

التقنية العالية خصوصا خطوط الأنابيب التي تمر في مناطق جغرافية وعرة .
وتتميز خطوط الأنابيب ايضا بقدرتها على نقل انواع مختلفة من النفط والمنتجات
دون امتزاجها مما يعطيها نوعا من المرونة في الاستخدام الا ان ارتباطها بمناطق
معينة يقلل من مرونتها . ونظرا لوجودها تحت سطح الارض في معظم الاحيان فان
احتمالات تعرضها للخطر أقل . ويجب التأكيد أخيرا بالقول ان استخدام خطوط
الأنابيب الدولية يكون اقتصاديا في المناطق المتميزة بالاستقرار السياسي حيث ان
ارتفاع تكلفتها الشابة يتطلب التشغيل المستمر لها وهذا ما لا يتاح عادة في المناطق
غير المستقرة سياسيا .

(ب - ٢) نقل النفط بواسطة الناقلات البحرية (Oil Tankers) :

تعتبر الناقلات من الخصائص المرافقة للصناعة النفطية ، حيث ان الجزء الاكبر
من تجارة النقل البحري مخصص لنقل النفط . ويوضح جدول (٦ - ٢) حجم
ونسبة تجارة النفط ومنتجاته الى مجموع التجارة (بوحدة طن - ميل) . نستنتج
من الجدول مدى أهمية تجارة نقل النفط حيث شكلت نسبة كبيرة من مجموع
التجارة ، أي حوالي ٤٩٪ سنة ١٩٨٢ . هذا مع العلم ان الأهمية النسبية قد
انخفضت في عقد السبعينات بسبب التطورات في السوق النفطية وما رافقتها من
تغيرات اساسية في الطلب على النفط .

ومن المعروف ان أهمية نقل النفط ازدادت بعد اكتشاف مصادر الانتاج الرئيسية
في الشرق الأوسط مثل ايران سنة ١٩٠٨ والعراق سنة ١٩٢٧ بسبب بعد مراكز
الانتاج عن مراكز الاستهلاك . وقد كانت الشركات النفطية تسيطر بشكل مباشر أو
غير مباشر على سوق النقل خلال الفترة الطويلة التي سبقت انتقال ملكية الموارد
النفطية الى الدول المنتجة سنة ١٩٧٣ . وحيث ان الشركات النفطية كانت في
الفترة ما قبل ١٩٥٠ تنشئ المصافي في الدول المنتجة وبالتالي كانت تجارة
المنتجات هي السائدة لذا فقد شاع استخدام الناقلات الصغيرة التي لا تتعدى
احجامها ١٥٠٠٠ طن ساكن (Dead - Weight Tonnage) .

جدول (٦ - ٢) : تجارة النقل البحري، ١٩٧١ - ١٩٨٢.
(بليون طن - ميل)

السنة	النفط الخام	منتجات النفط	مجموع النفط	مجموع التجارة	نسبة النفط للمجموع
١٩٧١	٦٥٥٥	٩٠٠	٧٤٥٥	١١٧٣٠	٪ ٦٤
١٩٧٥	٨٨٨٥	٨٤٥	٩٧٣٠	١٥٣٦٦	٪ ٦٣
١٩٨٠	٨٣٨٥	١٠٢٠	٩٤٠٥	١٦٧٧٧	٪ ٥٦
١٩٨١	٧٣٧١	١٠٠٠	٨٣٧١	١٥٨٤٠	٪ ٥٣
١٩٨٢	٦٠٤٥	٩٢٠	٦٩٦٥	١٤١٩٠	٪ ٤٩
معدل التغير ١٩٨٢ / ٨١	٪ ١٨ -	٪ ٨ -	٪ ٨ -	٪ ١٠ -	

المصدر : The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Page 337, Table 55, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

ولم تظهر الحاجة للناقلات الكبيرة الا بعد نمو الطلب على النفط في الدول الصناعية الغربية بمعدلات عالية (حوالي ٩٪ سنوياً) خلال الفترة ما بعد الحرب العالمية الثانية وبداية خطة مارشال لاعادة تعمير اوروىا الغربية واليابان . وقد ساعد على زيادة معدلات النمو في الطلب على الناقلات النفطية وتوجه الصناعة نحو الأحجام الكبيرة عدة عوامل سياسية واقتصادية سوف نذكرها لاحقاً . وبين الشكل (٦ - ١) التطورات التي حدثت في احجام الناقلات منذ سنة ١٩٤٥ الى ١٩٧٥ .

إن الاحداث المؤثرة في صناعة نقل النفط منذ نهاية الحرب العالمية الثانية عديدة نذكر فيما يلي أهم سبعة منها :

أولاً: تحول سياسات الشركات النفطية التي كانت تبني المصافي قرب مراكز الانتاج الى بنائها في مراكز الاستهلاك خصوصاً بعد عام ١٩٥١ بسبب محاولة تأمين النفط في ايران. فقد قامت الشركات النفطية منذ ذلك الحين بتبني استراتيجية تعتمد على تعدد مناطق الانتاج مما يعطيها المرونة الكافية عند ضرورة التحول من منطقة الى اخرى لمواجهة الظروف السياسية السائدة في ذلك الحين. وتبعاً لذلك فقد حدث تحول مهم في التجارة البحرية من المنتجات النفطية الى النفط الخام.

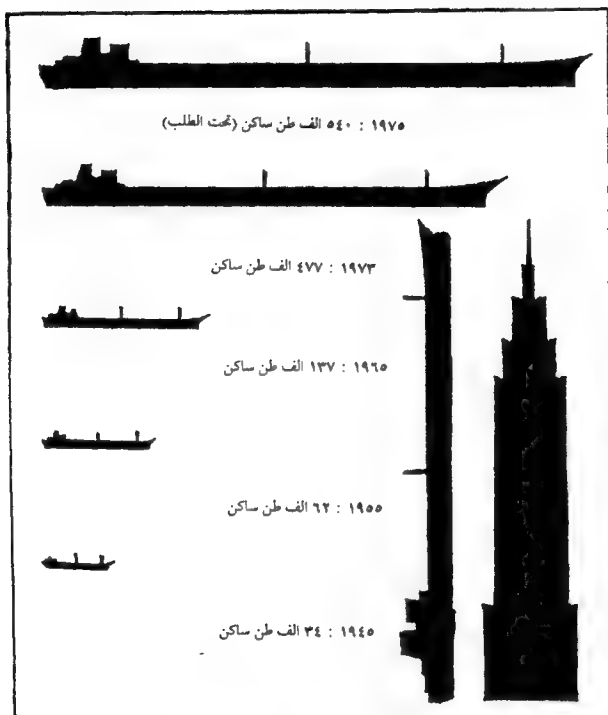
ثانياً: اغلاق قناة السويس سنة ١٩٥٦ بسبب حرب السويس التي نجمت عن الاعتداء الثلاثي على مصر اثر صدور قرارات التأمين. وقد أدى ذلك الى زيادة مخاوف الدول الغربية من احتمال تكرار غلق القناة في المستقبل وما يترتب على ذلك من انقطاع الامدادات النفطية الى اوربا. ونتيجة لذلك ازداد الطلب على الناقلات الكبيرة التي تستطيع الابحار عن طريق رأس الرجاء الصالح. كذلك تم تشجيع الدول على بناء المنشآت الضرورية لاستقبال هذه الناقلات نظراً لارتفاع تكاليف النقل بالناقلات الصغيرة.

ثالثاً: الحرب العربية - الاسرائيلية سنة ١٩٦٧ واغلاق قناة السويس لفترة طويلة أدت الى تنشيط الطلب على الناقلات الكبيرة مرة اخرى وزيادة الطلبات عليها وذلك بسبب تغير مسار التجارة الدولية نحو رأس الرجاء الصالح ولمدة طويلة نسبياً.

أما الأسباب الاقتصادية المسؤولة عن نمو الطلب على الناقلات وزيادة احجامها بشكل مضطرد فيمكن تلخيصها بالآتي :

رابعاً: ثبات اسعار النفط الخام الجارية (وانخفاضها من حيث القيمة الثابتة أو الحقيقية) لفترة طويلة جداً وذلك من سنة ١٩٤٥ الى ١٩٧٢ جعل الطلب على النفط ينمو بحدّة في جميع انحاء العالم وخصوصاً في الدول الصناعية الغربية. وقد كانت الصادرات تشبع نسبة كبيرة من هذا النمو في الطلب. فقد بلغت نسبة

شكل (٦ - ١) : التغيرات في احجام الناقلات، ١٩٤٥ - ١٩٧٥.



المصدر : Modern Petroleum, Bill Berger and Kenn Anderson, Chapter 9.

Page 141, Figure 9-3.

الصادرات في الاستهلاك العالمي خلال سنة ١٩٦٣ حوالي ٤٧٪. بعد ان كانت حوالي ٣٦٪ سنة ١٩٥٣. وقد كان دخول الولايات المتحدة الى السوق النفطية كمستورد في منتصف الستينات بسبب انخفاض انتاجها وارتفاع استهلاكها بحدة أحد أسباب استمرار النمو في الطلب على النفط بحيث وصلت نسبة الصادرات في الاستهلاك العالمي حوالي ٦١٪ سنة ١٩٧٣.

خامسا: تميزت صناعة نقل النفط بالناقلات بظاهرة اقتصاديات الحجم وذلك لجميع مكونات التكاليف مثل الصيانة والوقود والتأمين والتكاليف الرأس مالية. لذلك فان تكلفة الطن الواحد من الحمولة تنخفض مع زيادة حجم الناقلة (متوسط التكلفة الكلية ينخفض مع زيادة الحمولة). وأدت هذه الميزة الى تزايد الطلب على الناقلات الضخمة خصوصا وان تكلفة الوقود كانت منخفضة جدا حتى سنة ١٩٧٢.

سادسا: كذلك كان من اسباب اقبال العالم على الناقلات الكبيرة اعتماده المتزايد على النفط المنتج من المناطق البعيدة وذلك لظهور منتجي الخليج كمصدر مهم للنفط بدلا من فنزويلا. ولكن هذا العامل لم يكن حاسما في البداية وذلك لاعتماد العالم حينذاك على قناة السويس التي لم تسمح بمرور سفن تتجاوز حمولتها ٥٠ الف طن ساكن. إلا أن اقفال قناة السويس خلال ١٩٥٦ و ١٩٦٧ كما سبق ذكره جعل من الضروري بناء الناقلات الكبيرة للعبور حول رأس الرجاء الصالح.

سابعا: لقد كان لسيطرة الشركات الكبرى على سوق الناقلات خلال الفترة قبل سنة ١٩٧٠ أثر كبير في بناء الناقلات الضخمة (Very Large Crude Carriers) والملاقة (Ultra Large Crude Carriers). ويرجع السبب في ذلك الى ان الشركات كانت ترمج انتاجها وبالتالي تنظم عمليات النقل مما يزيد من كفاءة تشغيل الناقلات ويقلل من احتمالات التأخير وبالتالي تحافظ على تكاليف التشغيل عند مستويات منخفضة مما يزيد من جاذبية الناقلات الكبيرة.

ويجب الإشارة هنا الى ان التوسع في استخدام الناقلات الضخمة (VLCC) والعملقة (ULCC) لا يعني التخلي عن الناقلات الصغيرة وذلك لاستمرار الحاجة اليها للموانئ الضحلة. وحيث ان الناقلات الكبيرة تتطلب عمقا يصل الى ٧٠ قدما وهذا لا يتوافر في معظم دول العالم فان هناك وسائل اضافية (حاملات صغيرة أو جزرا صناعية) تستخدم لنقل النفط من الناقلات الضخمة الى الموانئ. كذلك فان الناقلات الصغيرة ضرورية للشحنات الصغيرة المتوجهة للمناطق القريبة من مراكز الانتاج.

أما التغيرات في حجم الأسطول العالمي من الناقلات (World Tanker Fleet Size) فانها تعكس الوضع السائد في السوق النفطية. فقد نأ الاسطول العالمي من الناقلات بمعدل مرتفع لفترة طويلة من الزمن (١٩٤٥ - ١٩٧٦) وذلك للأسباب السابق ذكرها. ولكن حجم الاسطول بدأ بالانخفاض ابتداء من سنة ١٩٧٨ واستمر هذا الاتجاه حتى سنة ١٩٨٥. وبين جدول (٦ - ٣) والشكل (٦ - ٢) تطور اسطول الناقلات العالمي. لا شك ان ابتداء انخفاض الحمولة الانتاجية من ٣٣٢ر٥ مليون طن ساكن سنة ١٩٧٧ الى حوالي ٢٤٦ر٨ مليون طن ساكن سنة ١٩٨٥ يرجع للتطورات السعرية في السوق النفطية منذ سنة ١٩٧٣. ويرجع السبب في عدم تطابق الانخفاض في الحمولة الاجمالية مع فترة انخفاض الطلب على النفط الى وجود عدد كبير من الطلبات الجديدة على الناقلات مما يؤخر ملاحظة تأثيرات السوق النفطية على حجم الاسطول العالمي من الناقلات لعدد من السنين.

ويمكن تقسيم الاسطول العالمي من الناقلات حسب العلم (Flag) وحسب الملكية (Ownership). فاما بالنسبة للتقسيم حسب العلم فان علم دولة ليبيريا يشكل اكبر نسبة (حوالي ٢٦٪) وذلك لأن اجراءات التسجيل للناقلات في تلك الدولة سهلة والرسوم المفروضة اقل بكثير من معظم دول العالم الاخرى، انظر جدول (٦ - ٤). كذلك من الواضح ان الدول الغربية الصناعية تحوز فيها بينها

جدول (٦ - ٣) : تطور حجم اسطول الناقلات العالمي، ١٩٧٤ - ١٩٨٥.
(مليون طن ساكن)

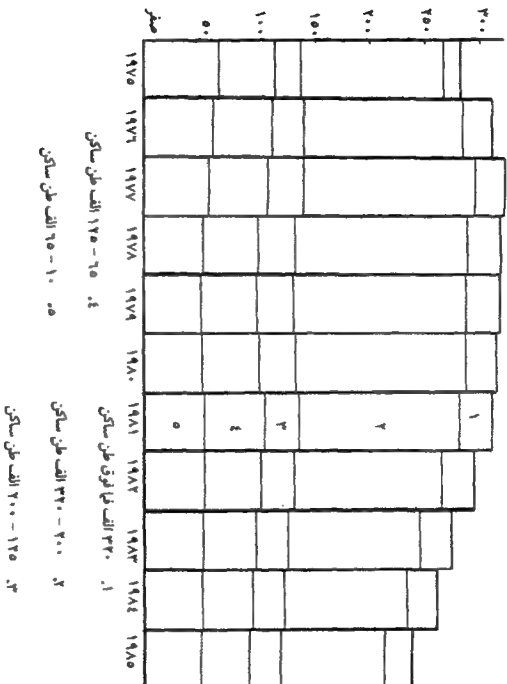
السنة	حجم الأسطول	نسبة النمو (%)
١٩٧٤	٢٥٥,٨	-
١٩٧٥	٢٩١,٤	١٣,٩
١٩٧٦	٣٢٠,٧	١٠,١
١٩٧٧	٣٣٢,٥	٣,٧
١٩٧٨	٣٢٨,٥	- ١,٢
١٩٧٩	٣٢٧,٩	- ٠,٢
١٩٨٠	٣٢٤,٨	- ٠,٩
١٩٨١	٣٢٠,٢	- ١,٤
١٩٨٢	٣٠٣,٧	- ٥,١
١٩٨٣	٢٨٣,٢	- ٦,٧
١٩٨٤	٢٦٩,٧	- ٤,٨
١٩٨٥	٢٤٦,٨	- ٨,٥

المصدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1985 & 1986.

على حصة مرتفعة من الناقلات المسجلة فيها. هذا وتأتي الدول الاشتراكية في المؤخرة من حيث حصتها في الناقلات المسجلة في العالم.

وبالنسبة للملكية الأسطول العالمي من الناقلات فان جدول (٦ - ٥) يبين التقسيم سنة ١٩٨٤. يتضح من الجدول ان الملاك المستقلين يوزون نسبة مرتفعة من اجمالي حمولة الاسطول العالمي (حوالي ٥٧,٧٪) في حين تمتلك شركات النفط ما نسبته ٣٨,٢٪. أما الحكومات فتملك نسبة ضئيلة جدا لا تستحق الذكر. وتجدر الاشارة بأن هناك اختلافا كبيرا بين ملكية الناقلة والجهة المسيطرة عليها من

شكل (٦ - ٢) : تطور الأسطول المائي من الناقلات، ١٩٧٥ - ١٩٨٥.
(مليون طن ساكن)



جدول (٦ - ٤) : اسطول الناقلات حسب العلم، ١٩٨٥

الدولة	مليون طن ساكن	النسبة الى المجموع (%)
ليبيريا	٦٣٠٠	٢٥٦
بنما	١٦٨	٦٨
الولايات المتحدة	١٥٢	٦٢
فرنسا	٥٦	٢٣
اليونان	١٨٣	٧٤
النرويج	٨٥	٣٤
المملكة المتحدة	١٢٤	٥٠
اوروبا الغربية	٣٣١	١٣٤
اليابان	٢٣٣	٩٤
اخرى	٤٠٢	١٦٣
الدول الاشتراكية	١٠٤	٤٢
العالم	٢٤٦٨	١٠٠٠

المصدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1986, Page 20.
ملاحظة : قد لا يكون مجموع النسب مساويا ١٠٠٪ بسبب التقريب.

جدول (٦ - ٥) : ملكية الأسطول العالمي من الناقلات، ١٩٨٤.

الجهة المالكة	عدد الناقلات	الحمولة (مليون طن ساكن)	النسبة للمجموع (%)
الملاك المستقلون	١٦٨٤	١٥٩٣	٥٧٧
شركات النفط	١٢٤٧	١٠٥٦	٣٨٢
الحكومات	٧٤	١٨	٠٧
متفرقات	٥١	٩٤	٣٤
المجموع	٣٠٥٦	٢٧٦١	١٠٠

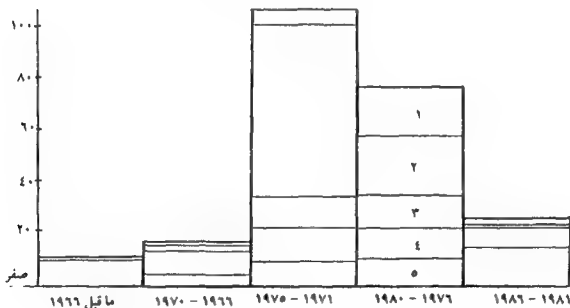
المصدر : التقرير السنوي للأمين العام، منظمة الأوبك، ص ١٣٢، ١٩٨٤.

خلال عقود الاستخدام . لذلك فانا لا نستطيع استخدام مؤشر الملكية للتدليل على مدى سيطرة الشركات النفطية على الناقلات . ولكن من المعروف ان الشركات النفطية تقوم باستئجار نسبة كبيرة من الناقلات من المالكين المستقلين لاستخدامها في عملياتها المختلفة جنباً الى جنب مع ناقلاتها الخاصة .

ويمكن القول ان تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات هونـاج الفترة حتى نهاية سنة ١٩٧٧ ، حيث انخفض معدل بناء الناقلات بـحدة بعد تلك السنة . ويرجع السبب في التراجع الكبير في بناء الناقلات والتغيرات الهيكلية التي أصابت صناعة نقل النفط الى التطورات التي حدثت بعد سنة ١٩٧٣ كما سنوضح في الجزء التالي . ويبين جدول (٦ - ٦) والشكل (٦ - ٣) الأسطول العالمي من

شكل (٦ - ٣) : الأسطول العالمي من الناقلات حسب سنة البناء في نهاية سنة ١٩٨٥ .

(مليون طن ساكن)



١. ٣٢٠ الف فيما فوق طن ساكن
٢. ٣٢٠ - ٢٠٠ الف طن ساكن
٣. ٢٠٠ - ١٢٥ الف طن ساكن
٤. ١٢٥ - ٦٥ الف طن ساكن
٥. ٦٥ - ١٠ الف طن ساكن

المصدر: BP Statistical Review of World Energy, British Petroleum, June 1986.

جدول (٦ - ٦) : تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب العمر والحمولة
في نهاية ١٩٨٥ .
(مليون طن ساكن)

الحمولة (الف طن ساكن)	سنة البناء						المجموع
	قبل ١٩٦١	٦٥ - ٦١	٧٠ - ٦٦	٧٥ - ٧١	٨٠ - ٧٦	٨٥ - ٨١	
٢٥ - ١٠	١ر٨	١ر٢	٢ر٣	٢ر٦	١ر٨	٢ر٦	١٢ر٣ (٥)
٤٥ - ٢٥	٢ر٣	١ر٨	١ر٤	٧ر١	٦ر٤	٦ر٨	٢٥ر٨ (١٠)
٦٥ - ٤٥	٠ر٦	٢ر٩	١ر٢	٠ر٦	٣ر٢	٦ر٥	١٥ر٠ (٦)
١٢٥ - ٦٥	١ر٠	١ر٤	٩ر٣	١٣ر٥	١٢ر٢	٧ر٩	٤٤ر٤ (١٨)
٢٠٠ - ١٢٥	-	-	٢ر٢	١٢ر١	١٢ر٨	١ر٣	٢٨ر٤ (١٢)
٣٢٠ - ٢٠٠	-	-	١ر٨	٦٧ر٠	٢٣ر٤	٢ر٧	٩٤ر٩ (٣٨)
٣٢٠ فأكثر	-	-	-	٦ر٤	١٩ر٢	٠ر٤	٢٦ر٠ (١١)
المجموع	٤ر٨	٧ر٣	١٨ر٢	١٠٩ر٣	٧٩ر٠	٢٨ر٢	٢٤٦ر٨ (١٠٠)
	(٢)	(٣)	(٧)	(٤٤)	(٣٢)	(١١)	

المصدر: BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

ملاحظة: الأرقام بين قوسين تمثل النسبة إلى المجموع (%).

الناقلات حسب الحجم وسنة البناء وذلك في نهاية سنة ١٩٨٥ . ويتضح من الجدول ان الاسطول العالمي يتميز بحدائته، حيث ان حوالي ٢١٦ر٥ مليون طن ساكن من مجموع الاسطول (أي ما نسبته ٨٧٪ تقريباً) لم يمضي على بنائه أكثر من خمسة عشر سنة . نلاحظ أيضاً ان هناك تحيزاً كبيراً للناقلات الضخمة (VLCC) والعملاقة (ULCC) حيث ان حوالي ٤٩٪ من الاسطول العالمي (١٢٠ر٩ مليون طن ساكن) يقع في فئة الحجم ٢٠٠ ألف طن فأكثر. ويدل ذلك على الأهمية النسبية الكبيرة للناقلات الضخمة والعملاقة . كذلك ينبغي الإشارة الى ان معظم الناقلات الكبيرة (٢٠٠ ألف طن ساكن فأكثر) لم تظهر الا بعد سنة ١٩٦٧ ، وقد سبق وأن أشرنا الى الأسباب التي دعت الى هذا الاتجاه في حجم الناقلات .

أما بالنسبة لتشكيل اسطول الناقلات في دول الأوبك، انظر جدول (٦ - ٧) ، فان الحمولة لا تتعدى ٣ر٧٪ من الحمولة الكلية في العالم . ويتميز الاسطول بحدائته حيث ان ٨٢ر٥٪ من الأسطول يقل عمره عن عشر سنوات . وذلك مؤشر واضح على ان دول الأوبك اتجهت لزيادة اسطولها خلال السنوات التالية لسنة ١٩٧٣ ، أي مباشرة مع بداية ارتفاع الأسعار في السوق النفطية وزيادة إيراداتها . أما بالنسبة لأنواع الناقلات فان من الملاحظ ان دول الأوبك تمتلك أسطولاً يحوي جميع الاحجام وبنسب متقاربة .

ج - التطورات في سوق الناقلات بعد سنة ١٩٧٣

لقد كان للتطورات التي أصابت السوق النفطية في السبعينات وخصوصاً بعد سنة ١٩٧٣ أثر كبير في التغيرات الهيكلية (Structural Changes) التي طرأت على صناعة الناقلات . وسوف نستعرض فيما يلي تلك التطورات ومن ثم التغيرات الهيكلية التي نتجت عنها . ان التطور الأساسي الذي حدث في السبعينات هو تحول ملكية الموارد النفطية من الشركات الى حكومات الدول المنتجة . وقد كان

من نتائج هذا التحول في الملكية ارتفاع اسعار النفط بحدّة في نهاية سنة ١٩٧٣ . وقد أدى هذا الارتفاع في سعر النفط الى تخفيض معدلات النمو في الطلب على النفط بشدّة، الا ان التأثير في الصادرات كان أشد حيث لم تتم الصادرات النفطية بل بقيت ثابتة عند مستوياتها السابقة . وقد كان دور حكومات الدول المستهلكة كبيراً في تراجع الطلب على النفط بسبب اتباعها سياسات المحافظة على الطاقة وفرض الضرائب وتشجيع الانتاج المحلي قدر الامكان . ولقد سبق وأن أشرنا في جدول (٦ - ٢) الى تدهور نسبة تجارة النفط الى مجموع التجارة البحرية .

جدول (٦ - ٧) : تشكيل اسطول الناقلات في دول الأوبك حسب الحمولة والعمر، ١٩٨٢ .
(الف طن ساكن)

العمر (سنوات)	الحمولة (الف طن ساكن)	صفر - ٤٩	٥٠ - ٧٩	٨٠ - ١٧٤	١٧٥ - ٢٩٩	٣٠٠ فأكثر	المجموع
صفر - ٥	العدد ٢٣	٩	١٤	٣	٥	٥٤	
	الحمولة ٥١٦	٦٤٢	٢٠٢٧	٨٠٩	١٨٤٩	٥٨٤٣	
٦ - ١٠	العدد ٦٦	صفر	١١	٦	٣	٨٦	
	الحمولة ١١٠٥	صفر	١٣٧٧	١٤٢٧	١٠٤٣	٤٩٥٢	
١١ - ١٥	العدد ٢٧	١	٥	٢	١	٣٦	
	الحمولة ١٣١	٧٦	٦٣٢	٤٢٤	٣٣١	١٥٩٤	
١٦ فأكثر	العدد ٥٩	٤	صفر	صفر	صفر	٦٣	
	الحمولة ٤٥١	٢٤٩	صفر	صفر	صفر	٧٠٠	
للمجموع	العدد ١٧٥	١٤	٣٠	١١	٩	٢٣٩	
	الحمولة ٢٢٠٣	٩٦٧	٤٠٣٦	٢٦٦٠	٣٢٢٣	١٣٠٨٩	

المصدر: F. Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market,

Table 3.6, Page 158.

وأدى انتقال ملكية الموارد النفطية الى الدول المنتجة الى فقدان التنظيم السائد في عهد الشركات مما أدى الى انخفاض كفاءة الاستخدام وازدياد فترة التأخير عند الشحن . وقد كان ذلك بسبب عدم اهتمام الدول المنتجة بتخفيض تكاليف الشحن لكونهم لا يتحملونها . وقد كان تأثير هذا الاربك في عمل الناقلات سلبيًا على اقتصاديات الناقلات الكبيرة التي تعتمد على الكفاءة في جدولة عملياتها لتستطيع منافسة الناقلات الصغيرة . وكان من نتائج تحول الملكية ايضا قيام حكومات الدول المنتجة ببيع النفط مباشرة الى الدول المستهلكة مما ساعد في تصغير الشحنات وزاد من جاذبية الناقلات الصغيرة على حساب الكبيرة منها . ويعود ذلك الى ان حوالي ٤٧ دولة كان استهلاك كل منها سنة ١٩٨٣ أقل من ستة آلاف برميل / اليوم ، أي أن ناقلة ذات حجم ٣٠٠ الف طن ساكن باستطاعتها اشباع طلب دولة واحدة لمدة سنة كاملة . وأخيرا كان هناك زيادة في اهمية المناطق المنتجة للنفط القريبة من مناطق الاستهلاك مثل نيجيريا والمكسيك والاسكا وبحر الشمال ، وقد كان لزيادة انتاج هذه المناطق تأثيرات معاكسة في سوق الناقلات للتأثيرات التي سادت في الستينات .

وكما أشرنا في جدول (٦ - ٣) فإن حمولة الاسطول العالمي من الناقلات استمرت بالنمو بعد سنة ١٩٧٣ وذلك لوجود عدد كبير من الطلبات على الناقلات الضخمة والعملاقة رغم تراجع معدل النمو في الطلب على النفط ابتداء من سنة ١٩٧٤ . ونتيجة للتطورات المذكورة واستمرار نمو الحمولة الكلية فقد ظهر في سوق الناقلات فائض كبير وصل أعلى معدل له خلال سنة ١٩٧٧ . وقد بدأ الفائض بالانخفاض تدريجيا بعد ذلك الا ان التطورات السريعة سنة ١٩٧٩ وتأثيرها في استهلاك النفط أدت الى تزايد الفائض مرة اخرى حتى وصل الى أعلى معدل له خلال ١٩٨٢ اذ بلغت نسبة الفائض الى اجمالي الحمولة ٥٨٪ في تلك السنة ، انظر جدول (٦ - ٨) . وقد كان لوجود الفائض أثر كبير في الأسعار الفورية لتأجير الناقلات حيث انخفضت هذه الاسعار بحدة لتصل الى ادنى معدل لها خلال سنة ١٩٧٧ ومن ثم بدأت بالارتفاع تدريجيا . ولكن تجدر الإشارة

الى ان ارتفاع اسعار الشحن وتحسنها نوعا ما لا يعني تحسن الارباح في سوق الناقلات وذلك بسبب ارتفاع اسعار الوقود للناقلات بشكل حاد خلال الفترة ١٩٧٧ - ١٩٨١ ، انظر جدول (٦ - ٨) . وقد أدت زيادة التكاليف في ظل انخفاض الإيرادات الى تدهور الربحية وبالتالي ازدياد الحمولات المحولة الى خردة (Scrapping) وانتشار عمليات التأجير على اساس الحمولة الجزئية (Partial Cargo Rental) . كذلك ازداد استخدام السرعة المنخفضة

جدول (٦ - ٨) : فائض الناقلات والأسعار الفورية للشحن،
١٩٧٣ - ١٩٨٣ .

السنة	نسبة الفائض الى اجمالي الاسطول (%)	السعر الفوري (دولار / طن)	اسعار الوقود (دولار / طن)
١٩٧٣	٨	١٧٥٠	-
١٩٧٤	٢٢	٦٧٠	-
١٩٧٥	٣٥	٣٥٠	-
١٩٧٦	٣٥	٤٨٠	-
١٩٧٧	٣٧	٤٢٥	-
١٩٧٨	٣٥	٥٥٥	٧٦
١٩٧٩	٢٥	٨٥٠	١٥٦
١٩٨٠	٢٨	٨٨٠	٢١١
١٩٨١	٤٨	٧٣٨	٢٠٠
١٩٨٢	٥٨	٥٦٢	١٨٠
١٩٨٣	٥٥	٦٦٦	١٧٦

المصدر : التقرير السنوي للأوبك، ص ٤١، ١٩٨٣ .

ملاحظة : الإشارة (-) تعني غير متوفر .

(Slow Steaming) كوسيلة لتقليل استهلاك الوقود وإبقاء الناقل مشغولة لأطول فترة ممكنة. ومن المعروف ان سرعة الناقله المثلثى ترتبط ارتباطا عكسيا بأجور الشحن واسعار الوقود. وأخيرا انتشرت ظاهرة التخزين العائم (Floating Storage) في الناقلات من جانب العديد من الدول النفطية وخاصة الخليجية منها بسبب ظروف الحرب العراقية الإيرانية.

وللتعرف على التطورات في احجام الناقلات والتغيرات في الأهمية النسبية للاحجام المختلفة بعد سنة ١٩٧٣ نستعرض جدول (٦ - ٩) وشكل (٦ - ٢)

جدول (٦ - ٩) : تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب الحجم ، ١٩٧٤ و١٩٧٩ و١٩٨٥ .
(مليون طن ساكن)

١٩٨٥		١٩٧٩		١٩٧٤		الحجم (الف طن ساكن)
النسبة	الحمولة	النسبة	الحمولة	النسبة	الحمولة	
٥٠	١٢ر٣	٤٣	١٤ر٢	٨ر٦	٢١ر٩	٢٥ - ١٠
١٠ر٥	٢٥ر٨	٧ر٤	٢٤ر٢	١١ر٩	٣٠ر٥	٤٥ - ٢٥
٦ر١	١٥ر٠	٤ر٧	١٥ر٣	٨ر٨	٢٢ر٦	٦٥ - ٤٥
١٨ر٠	٤٤ر٤	١٥ر٦	٥١ر٢	١٨ر١	٤٦ر٤	١٢٥ - ٦٥
١١ر٥	٢٨ر٤	١٠ر٢	٣٣ر٤	٧ر١	١٨ر٠	٢٠٠ - ١٢٥
٣٨ر٥	٩٤ر٩	٤٨ر١	١٥٧ر٧	٤٣ر٠	١١٠ر٠	٣٢٠ - ٢٠٠
١٠ر٥	٢٦ر٠	٩ر٧	٣١ر٩	٢ر٥	٦ر٤	٣٢٠ فما فوق
١٠٠	٢٤٦ر٨	١٠٠	٣٢٧ر٩	١٠٠	٢٥٥ر٨	المجموع

يبين هذا الجدول تشكيل الأسطول العالمي من الناقلات حسب الحمولة وذلك للسنوات ١٩٧٤، ١٩٧٩ و ١٩٨٥. فلاحظ ان الأهمية النسبية للناقلات الصغيرة التي لا تتعدى حمولتها ١٢٥ ألف طن ساكن بدأت تنمو في الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٥ بعد انخفاضها خلال الفترة السابقة. وفي غضون ذلك انخفضت أهمية الناقلات الضخمة التي تتراوح حمولتها بين ٢٠٠ - ٣٢٠ ألف طن ساكن خلال الفترة ١٩٧٩ - ١٩٨٤ بعد ان ارتفعت بشكل مضطرب قبل ذلك. وبالنسبة للناقلات العملاقة وهي التي تتعدى حمولتها ٣٢٠ ألف طن ساكن فقد ارتفعت أهميتها النسبية بشكل طفيف، الا ان هذه الزيادة لم تكن بسبب اضافة فعلية للحمولة بل بسبب التغيرات التي أصابت الأحجام الأخرى. ويتضح ذلك من خلال ملاحظة انخفاض حجم الحمولة للناقلات العملاقة من ٣١٩ الى ٢٦ مليون طن ساكن. وفيما يتعلق بالناقلات المتوسطة (١٢٥ - ٢٠٠ ألف طن ساكن) فان أهميتها النسبية ارتفعت ايضا بسبب التغيرات التي طرأت على الاسطول ولكن الحمولة الفعلية انخفضت بمقدار بسيط. ويمكن القول ان الحمولة المطلقة انخفضت لجميع الأحجام (ما عدا حجم ٢٥ - ٤٥ ألف طن ساكن) وذلك بسبب توقف الطلب على ناقلات جديدة.

د - تطور تجارة النفط الخام في العالم

كان معدل نمو تجارة النفط الخام سريعا في الفترة السابقة لسنة ١٩٧٣، ولكن بسبب التطورات الهائلة في اسعار النفط منذ مطلع السبعينات فقد تباطأ هذا المعدل بشكل ملحوظ. فقد انخفضت الصادرات النفطية خلال عقد السبعينات واستمر هذا التراجع في الثمانينات بسبب تضاعف اسعار النفط خلال ١٩٧٩ - ١٩٨٠. وتجدر الإشارة هنا الى ان انخفاض الصادرات النفطية من حيث الكمية بسبب ارتفاع الأسعار لم يؤد الى انخفاض قيمتها النقدية بل تضاعفت ليصبح النفط من أهم السلع في التجارة الدولية.

ويبين جدول (٦ - ١٠) تطور صادرات النفط الخام حسب المناطق الجغرافية المختلفة. ويلاحظ ان نصيب منطقتي الشرق الأوسط وأفريقيا من الصادرات الكلية قد انخفض بحدة ابتداء من سنة ١٩٧٩، ويعزى ذلك الانخفاض الى سياسة منظمة الأوبك في الحد من الانتاج للمحافظة على مستويات الأسعار المتفق عليها. ولا شك ان هاتين المنطقتين لا تزالان في طليعة المناطق المصدرة للنفط في العالم حيث تحوزان على اكثر من ٥٠٪ من اجمالي الصادرات، انظر شكل

جدول (٦ - ١٠) : تطور صادرات النفط الخام في العالم حسب المناطق،

١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(مليون برميل / يوم)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٦٩	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٧٩	١٩٨٣	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٠.٣٠	٥٤	١.٠٣	٠.٣٤	٠.٥١	٠.٤٥	٠.٦٩
امريكا اللاتينية	٢.٤٩	٢.٦٤	٢.٥٠	١.٨٧	٢.٢٦	٢.٧٩	٢.٥٧
اوروبا الغربية	٠.٠١	٠.٠٣	٠.١٢	٠.٦٧	١.٢٥	١.٩٥	٢.٣٧
الشرق الأوسط	٧.١٢	١٠.٨٨	١٩.٣٣	٢٠.١٦	١٩.٣٢	٨.٥٣	٧.٢٢
افريقيا	٢.٠٩	٤.٨٦	٥.٦٢	٥.٥٣	٥.٧٣	٢.٨٢	٣.٣٠
آسيا والشرق الأقصى	٠.٣٨	٠.٧٢	١.٣٣	١.٧١	١.٦٠	١.٤٣	١.٢٨
اوقيانوسيا	-	-	٠.٠١	-	-	-	٠.٠٤
دول التخطيط المركزي	٠.٨٩	١.٢٩	١.٧٨	٢.٦٣	٢.٧٥	٢.٩٧	٢.٨٩
العالم	١٣.٢٨	٢٠.٩٨	٣١.٧٠	٣٢.٩١	٣٣.٤٣	٢٠.٩٢	٢٠.٣٦

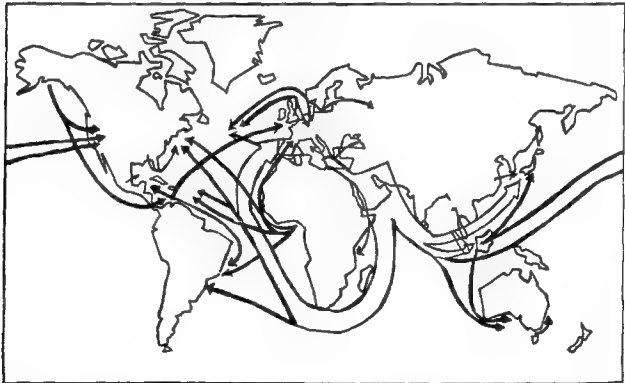
المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، ١٩٨٥، منظمة الأقطار المصدرة للنفط.

(٦ - ٤) ايضا. هذا وقد ازدادت في الآونة الاخيرة اهمية تجارة المنتجات النفطية التي باتت تشكل كمية هامة وصلت الى ٩٧٢ مليون برميل من المنتجات يوميا سنة ١٩٨٥. ولكن تتميز تجارة المنتجات بشكل عام بالتوزيع الجغرافي الواسع بالمقارنة مع تجارة النفط.

والجدير بالذكر ان تجارة المنتجات النفطية (Oil Products Trade) تزايدت باستمرار خلال الفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ ولم تتأثر كثيرا بالتطورات السعرية في اسواق النفط الخام. هذا وتعتبر اوروبا الغربية من أهم المناطق المصدرة للمنتجات النفطية حيث بلغت صادراتها من هذه المنتجات حوالي ٢٦ مليون برميل في اليوم سنة ١٩٨٥.

وأخيرا، نستعرض جدول (٦ - ١١) الذي يبين وضع الصادرات (Exports) والواردات (Imports) من النفط الخام في المناطق المختلفة لسنة ١٩٨٢. يوضح الجدول مدى اعتماد الدول الغربية على الواردات النفطية وحصتها في اجمالي تجارة

شكل (٦ - ٤) : أهم مسارات الناقلات النفطية، ١٩٨٢.



المصدر : Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, Page 187.

جدول (٦ - ١١) : مبادرات وواردات النفط الخام حسب المجموعات الجغرافية، ١٩٨٢.

المجموعة	الصادرات		الواردات	
	مليون طن متري	النسبة للمجموع (%)	مليون طن متري	النسبة للمجموع (%)
امريكا الشمالية	٢٠٣	١٨١	١٩٧٨	١٦١٩
امريكا الجنوبية	١٤١٥	١٢٦٣	١٠٩٠	٨٩٢
الشرق الأوسط	٥١١٤	٤٥٦٤	٣٠٥	٢٥٠
افريقيا	١٤٣٦	١٢٨١	٣٣٢	٢٧٢
اوروپا الغربية	٩٤١	٨٤٠	٤٥٦٥	٣٧٣٧
الاتحاد السوفيتي واوروپا الشرقية	١٢٩٨	١١٥٩	٨٥٧	٧٠١
اوقيانوسيا	٧٩٨	٧١٢	٣٠٩٠	٢٥٢٩
مجموع العالم	١١٢٠٦	١٠٠٠	١٢٢١٧	١٠٠٠
الأوبك	٧١٥٤	٦٣٨	-	-
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	-	-	٨٧٧٥	٧١٨٠

المصدر: The World Petroleum Industry, Stuart Sinclair, Pages 217 - 218, Tables 5 and 6, Euromonitor Publications Ltd., 1984.

العالم من النفط الخام، حيث ان امريكا الشمالية واوروپا الغربية تحوزان على اكثر من ٥٠٪ من واردات النفط العالمية في حين لا تشكل صادراتها سوى ١٠٢٪ من الاجمالي. وفي المقابل تشكل حصة منطقة الشرق الاوسط حوالي ٤٥٦٪ من اجمالي الصادرات في مقابل استيرادها لحوالي ٢٥٪ من اجمالي واردات العالم. وأخيرا، من الواضح أن دول اوقيانوسيا (اليابان واستراليا ونيوزيلندا) تعتمد ايضا

بشكل كبير على النفط وتشكل حصتها حوالي ٢٥.٣٪ من اجمالي العالم من الواردات النفطية . لا شك ان الجدول المذكور يبين ان الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية هي أهم المجموعات المستوردة للنفط في العالم حيث تشكل وارداتها حوالي ٧١.٨٪ من اجمالي واردات العالم من النفط .

مراجع الفصل السادس

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Stuart Sinclair, The World Petroleum Industry, Euromonitor Publications Ltd., U.K., 1984.
- Bill Berger and Kenn Anderson, Modern Petroleum, Penn Well Publishing Company, U.S.A., 1981.

- رجائي ابو خضرا، نقل النفط الى اسواقه، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.

الفصل السابع

الصناعات النفطية اللاحقة

صناعة تكرير النفط

(Downstream Activities: Oil Refining)

- أ - أهمية صناعة تكرير النفط .
- ب - صفات النفط الخام .
- ج - المنتجات النفطية الرئيسية .
- د - صناعة تكرير النفط :
 - (د - ١) عمليات التقطير .
 - (د - ٢) عمليات المعالجة .
 - (د - ٣) عمليات التحويل الثانوية .
 - (د - ٤) انواع مصافي النفط حسب المنتجات .
 - (د - ٥) السمات الخاصة بصناعة التكرير .
- هـ - التطورات في الطاقة التكريرية واستهلاك المنتجات في العالم .
- المراجع .

أ - أهمية صناعة تكرير النفط

تأخذ صناعة تكرير النفط أهميتها من خلال تحويل النفط الخام الذي يكاد يكون عديم الفائدة في صورته الأولية الى منتجات مختلفة لها أهمية كبيرة في مختلف مجالات الحياة العصرية . لذلك فان هذه الصناعة هي التي تعطي النفط القيمة الاقتصادية الكبيرة وذلك من خلال مروره بعمليات معقدة هدفها انتاج كميات مختلفة من المنتجات النفطية . وتختلف القيمة النهائية للبرميل من النفط حسب العمليات التي تجرى عليه ومدى تعقيدها بالاضافة الى صفات النفط وتركيبه الكيميائي .

ومن الجدير بالذكر ان صناعة النفط لم تأخذ أهميتها إلا مع بداية القرن الحالي ، حيث كان النفط في القرن الماضي يستخدم بشكل أساسي لانتاج الكيروسين بهدف الانارة والتدفئة ولم يكن هناك استخدام لأية منتجات أخرى . إلا أنه مع مطلع القرن الحالي وإبتداء بظهور الاختراعات وأهمها المحركات ذات الاحتراق الداخلي بالاضافة الى التطور المستمر في مجالات الحياة بشكل عام بدأت صناعة التكرير تأخذ أهميتها وذلك لتلبية متطلبات هذا التطور . فقد بدأ انتاج انواع الوقود المختلفة للسيارات والطائرات والبواخر والصناعات بمختلف انواعها . وقد ساعدت صفات المنتجات النفطية الطبيعية على احلالها محل الفحم في استعمالات مختلفة مما أدى الى تنامي الطلب بمعدلات مرتفعة . واسهمت الحرب العالمية الاولى في تكثيف استخدام زيت الوقود في البواخر بدلا من الفحم ، في حين ساعدت الحرب العالمية الثانية على زيادة الطلب على المنتجات المختلفة وذلك لتسيير آلة الحرب أولا وللتخلص من آثارها من خلال برامج اعادة بناء اوروبا واليابان ثانيا .

وعموما ، يمكن القول بأن الطلب على الغازولين نما بشكل كبير خلال الخمسينات بسبب انتشار وسائل النقل وخصوصا السيارات . وحدث كذلك ايضا نمو كبير في الطلب على المنتجات الاخرى وذلك للاستعمالات المختلفة مثل زيت

الغاز للتدفئة المركزية وزيت الوقود في البواخر ومحطات انتاج الكهرباء وأخيرا المنتجات الخفيفة لاستعمالها في الصناعات البتر وكيماوية.

وفيما يلي نستعرض أولا صفات النفط الخام وتركيبه الكيماوي ومن ثم نتقل للحدث عن المنتجات النفطية الرئيسية. يلي ذلك، الحديث عن عمليات التكرير المختلفة وأنواع المصافي. ونتطرق اخيرا الى تطور صناعة التكرير تاريخيا والوضع الراهن فيها.

ب - صفات النفط الخام

سبق وأشرنا في الفصل الخامس الى ان النفط سائل يتكون من مخلوط (Mixture) من مركبات هيدروكربونية (Hydrocarbon Compounds) ذات تركيب كيميائي متفاوت في التعقيد، الا ان السمة الأساسية التي تربط بين هذه المركبات هي كونها تشكيلات مختلفة من ذرات الكربون والهيدروجين. كذلك فانها متفاوتة من حيث صفاتها الطبيعية فهي اما ان تكون في حالة غازية أو سائلة أو صلبة تبعا للتركيب الكيماوي. ويمكن القول بشكل أساسي ان اختلاف خواص النفط ومنتجاته انما ينبع من الصفات المتميزة لعنصر الكربون، وذلك بسبب قدرة الكربون على الاتحاد مع معظم العناصر الاخرى بالاضافة الى تكوينه لجزيئات معقدة وذات تركيبات مختلفة. وتوجد ايضا في النفط مقادير مختلفة من مواد اخرى تشير اليها بالشوائب وهي غالبا ما تكون مركبات كبريتية اونتر وجينية بالاضافة الى بعض المعادن مثل الفاناديوم والنيكل. ولمعرفة اسباب تعدد انواع النفوط واختلافها في أوزانها النوعية وجودتها لابد أن نتطرق الى تركيب المكونات الرئيسية فيها.

تنقسم مكونات النفط من حيث التشكيل الى صنفين أساسيين هما البارافينات (Paraffins) والنافثينات (Naphthene). أما البارافينات فهي هيدروكربونات تأخذ شكل سلاسل مستقيمة (Straight Chain) أو متفرعة (Branched) وهي مشبعة (Saturated) أي تتميز بعدم التفاعل عند درجات الحرارة العادية (خاملة) وذلك لعدم وجود نقص في جزيئات الهيدروجين. وأبرز مثال على هذه المجموعة من

المركبات هو غاز الميثان (Methane) والذي يعتبر أبسطها تركيباً، يلي ذلك غاز الايثان (Ethane) ثم البروبان (Propane) والبيوتان (Butane). وبشكل عام تزداد كثافة ودرجة غليان البارافينات مع زيادة عدد ذرات الكربون مما يجعلها تختلف فيما بينها، فهي تتراوح بين سوائل سريعة التطاير الى متوسطة التطاير الى صعبة التطاير (غاز النفط والكبروسين وزيت الغاز والديزل بالترتيب). ويمكن تحويل هذه المركبات الى مركبات غير مشبعة وذلك من خلال انتزاع عدد معين من ذرات الهيدروجين مؤدياً بذلك الى انتاج الأولفينات (Olefins).

وفيما يتعلق بالنافثينات فانها تختلف عن البارافينات بكونها مركبات تتميز بتركيب كيميائي حلقي (Ring Compounds). وتمتاز هذه المركبات ايضا بصعوبة تفاعلها مع المركبات العضوية وذلك لكونها مشبعة ايضا، الا انه من السهل تحويلها الى مركبات غير مشبعة من خلال انتزاع ذرات الهيدروجين منها مما يؤدي الى انتاج العطريات (Aromatics). ومن الأمثلة على هذه المركبات نذكر غاز البنتان الحلقي (Cyclopentane) والنافثا (Naphtha).

وأخيراً هناك الشوائب وبالأخص مركبات الكبريت والنيتروجين والاكسجين بالإضافة الى المعادن. أما المركبات الكبريتية فأهمها كبريتيد الهيدروجين والمركبتانات ومركبات أخرى. وتنحصر مساوئ الكبريت ومكوناته في مشكلات التآكل والروائح وتقليل جودة المنتجات النفطية. وتتفاوت مشكلات التآكل مع درجة الحرارة حيث تزداد عند الدرجات المرتفعة في حين تقل عند الدرجات المعتدلة. وتأتي مركبات النيتروجين في المرتبة الثانية من حيث تأثيرها في جودة النفط ومنتجاته. فهي تتفاعل مع الاوكسجين مسببة في تكوين الرواسب وغاز الامونيا التي تؤدي الى اغلاق الانابيب وتآكلها. وبخصوص مركبات الاوكسجين فهي توجد على شكل احماض مما يؤدي الى تآكل المعادن بالإضافة الى مشكلات الرواسب. وأخيراً هناك المعادن مثل الفانديوم والنيكل وهي تسبب في تقليل فعالية المواد المساعدة المستخدمة في عمليات التكرير المختلفة مما يتسبب في تقصير مدة عملها. كذلك فهي تسبب في الاضرار بالمعدات بسبب الرواسب الناتجة عنها.

سبق وأشرنا الى ان هناك مقاييس مختلفة لتصنيف النفوط حسب خواصها المختلفة ، فهناك مقياس المحتوى الكبريتي والشمعي وكذلك مقياس الكثافة المعتمد من جانب معهد النفط الأمريكي (API) . ولكن تجدر الاشارة هنا الى ان مقياس الكثافة المعتمد على الوزن النوعي (علاقة عكسية بين مقياس API والوزن النوعي) بامكانه فقط اعطاء فكرة تقريبية عن نسب المكونات المختلفة التي يمكن استخلاصها من النفط . فيمكن القول بشكل عام ان نسبة المقطرات الخفيفة تكون اكبر في النفوط ذات الوزن النوعي المنخفض (أوزان الكثافة المرتفعة بمقياس API) في حين تزداد نسبة المقطرات المتوسطة والثقيلة في النفوط ذات الوزن النوعي المرتفع ، انظر شكل (٧ - ١) . ولكن نظرا للتقدم الكبير الذي طرأ على صناعة التكرير بسبب ادخال العمليات المعقدة فان مقياس الوزن النوعي (أو مقياس الكثافة API) اصبح غير كاف لتصنيف النفوط المختلفة . فقد بات من الضروري الحصول على معلومات اضافية عن التركيب الكيماوي للنفط والمقطرات الممكن استخلاصها منه .

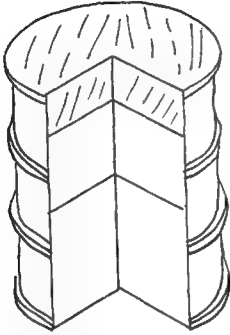
لذلك بدأ العاملون في صناعة التكرير بتطبيق تصنيف جديد معتمد من جانب مكتب المناجم الأمريكي ويعتمد على التركيب الكيماوي للمنتجات الموجودة في النفط الخام بعد اجراء عملية تقطير بسيطة عند درجات حرارة مختلفة ، وذلك حسب التصنيف الآتي :

١ - بارافينية/ بارافينية : وتكون معظم المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة من النوع البرافيني ، أي على شكل سلاسل من حيث التركيب الكيماوي .

٢ - نافتينية/ نافتينية : وتكون المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة في معظمها نافتينية ، أي على شكل حلقات من حيث التركيب الكيماوي .

٣ - بارافينية/ نافتينية : وتكون معظم المنتجات الخفيفة بارافينية في حين تكون المنتجات المتوسطة والثقيلة نافتينية التركيب .

شكل (٧ - ١) : مقارنة مكونات برميل من النفط حسب الكثافة .



كثافة ٣١ درجة API

المنتجات الخفيفة (١٩٪)

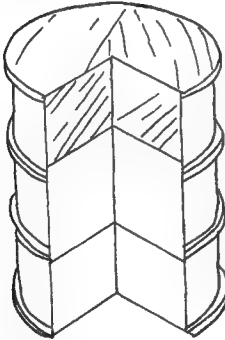
غاز - غازولين (Gas & Gasoline)

المنتجات المتوسطة (٣١٪)

زيت الغاز (سولار) (Gas Oil)

المخلفات (٥٠٪)

زيت الوقود (Fuel Oil)



كثافة ٤٤ درجة API

المنتجات الخفيفة (٣٠٪) (Light Products)

المنتجات المتوسطة (٤٠٪)

زيت الغاز (سولار) (Middle Distillates)

المخلفات (٣٠٪)

زيت الوقود (Fuel Oil & Residues)

المصدر : Basic Oil Industry Information, OPEC, pp. 28 - 29.

٤ - نافثينية/ بارافينية : وتكون المنتجات الخفيفة في معظمها نافثينية في حين تكون المنتجات المتوسطة والثقيلة في معظمها بارافينية .

وتجدر الاشارة هنا الى عدم وجود علاقة دقيقة بين مقياس الكثافة API والتصنيف العلمي على اساس التركيب الكيماوي المذكور سابقا، الا انه بشكل عام يمكن القول ان النفوط البارافينية عادة ما تكون أخف من حيث الوزن النوعي وبالتالي تكون كثافتها بمقياس API عالية . في حين تتميز النفوط النافثينية بكونها أثقل من حيث الوزن النوعي وبالتالي انخفاض كثافتها بمقياس API ، انظر جدول (٧ - ١) .

سوف نتطرق في الجزء التالي الى المجموعات المختلفة من المنتجات النفطية واستخداماتها الاقتصادية .

ج - المنتجات النفطية الرئيسية

تنقسم المنتجات النفطية الى ثلاثة اقسام رئيسية هي المنتجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، وسوف نستعرض فيما يلي كل مجموعة باختصار .

أولا : المنتجات الخفيفة (Light Products) : وتتكون من غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان بالإضافة الى الغازولين الطبيعي (Natural Gasoline) والنافثا وهي سوائل سريعة التطاير . وعادة ما يتم فصل الميثان والايثان لاستخدامهما وقودا للافران داخل المصفاة ولانتاج الهيدروجين المستخدم في العمليات الكيماوية المختلفة وايضا مواد أولية (لقيم) في الصناعة البتر وكيماوية لانتاج الاثيلين (Ethylene) والميثانول (Methanol) وغيرها . أما البروبان والبيوتان فيتم تسيلهما الى غاز النفط المسال (LPG) ، حيث يستخدم وقودا في المنازل والمصانع . أما الغازولين الطبيعي فهو غاز البنتين (Pentane) المكثف ويستخدم في صنع وقود السيارات بعد مزجه بالنافثا ومركبات اخرى، ويدخل سائل النافثا ايضا في الصناعات البتر وكيماوية .

جدول (٧ - ١) : النفوط حسب تصنيف مكتب المناجم الأمريكي .

النوع	الوزن النوعي (٦٠ درجة فهرنهايت)	مقياس API
بارافيني / بارافيني	أقل من ٨٢٥ر	أكبر من ٤٠ درجة
بارافيني / نافتيني	أقل من ٨٢٥ر	أكبر من ٤٠ درجة
نافثيني / نافتيني	أكبر من ٨٦٠ر	أصغر من ٣٣ درجة
نافثيني / بارافيني	أكبر من ٨٦٠ر	أصغر من ٣٣ درجة

المصدر : James H. Gary & Glenn E. Handwerk, Petroleum Refining: Technology and Economics, Page 16.

ثانيا : المنتجات المتوسطة (Middle Distillates) : وتشمل الكيروسين (Kerosine) وزيت الغاز (Gas Oil) والديزل (Diesel) وزيت الوقود الخفيف (Light Fuel Oil) . أما الكيروسين فيستخدم للتدفئة والانارة وكذلك وقودا للطائرات النفاثة بعد اجراء بعض التغيير عليه . ويستخدم زيت الغاز وقودا لمكينات الديزل السريعة كالقطارات والباصات والآلات الزراعية وكذلك في التدفئة المركزية والأفران الصناعية . ويستخدم الديزل بشكل عام في الماكينات البطيئة كمضخات الري والسفن ، بينما يستخدم زيت الوقود الخفيف في المصانع .

ثالثا : المنتجات الثقيلة (Heavy Products) : وتتكون من زيت الوقود الثقيل (Heavy Fuel Oil) والاسفلت (البتيومن Bitumen) وزيت التشحيم الثقيلة والشموع . ويستخدم زيت الوقود الثقيل في محطات انتاج الكهرباء وتحلية المياه ، بينما يدخل الاسفلت في الطرق والسطوح . وأخيرا هناك زيوت التشحيم الثقيلة وهي تختلف في جودتها ولها استعمالات مختلفة . أما الشموع فهي تدخل في صناعة شموع الاضاءة وتستخدم كعازل للصناديق . ولقد بدأ حديثا استخدام زيت الوقود الثقيل كلقم في عمليات التكرير لاستخلاص منتجات خفيفة ومتوسطة من خلال عمليات التكسير كما سنوضح ادناه .

د - صناعة تكرير النفط

ان المقصود بصناعة التكرير هو مجموعة العمليات المختلفة والمعقدة التي تتم بواسطتها تحويل النفط الخام الى منتجات مختلفة تتفاوت في قيمتها الاقتصادية وتكون إما نهائية وجاهزة للاستخدام بواسطة المستهلكين النهائيين أو تستوجب عمليات اضافية اخرى لتحسين صفاتها أو لاستخدامها كمدخلات في صناعات اخرى لانتاج منتجات نهائية. وتنبع أهمية الصناعة كما سبق وان ذكرنا من تحويل النفط من مادة عديمة القيمة اقتصاديا بسبب محدودية استعماله المباشرة الى منتجات ذات قيمة اقتصادية عالية. ولقد تطورت هذه الصناعة بشكل كبير منذ بداية القرن العشرين وذلك بسبب تنامي الطلب على المنتجات النفطية المختلفة بعد ان كان محصورا في الكير وسين للانارة. فقد أدى تزايد استخدام السيارات والطائرات ومحركات الديزل الى الاتجاه في الصناعة نحو زيادة الانتاج من المقطرات الخفيفة والمتوسطة على حساب الثقيلة. وقد تم ذلك بفضل العمليات المختلفة التي تم ادخالها في المصافي مما ساعد في سد الطلب على المنتجات الخفيفة والمتوسطة. وقد كان من الضروري ادخال هذه العمليات بسبب عدم كفاية المنتجات الخفيفة المتكونة طبيعيا في النفط لاشباع الطلب عليها. ويبين جدول (٧ - ٢) كميات المنتجات الخفيفة والمتوسطة التي يمكن استخلاصها من البرميل الواحد في الوقت الحاضر مقارنة مع سنة ١٩٣٠. ويتضح من هذا الجدول ان هناك زيادة كبيرة في انتاج الغازولين ووقود الطائرات وزيت الغاز، حيث تشكل نسبتها الى المجموع حوالي ٧٧٪ في حين لم تتعد نسبة المنتجات الخفيفة والمتوسطة في الماضي ٣٨٪. وسوف نستعرض فيما يلي العمليات المختلفة الموجودة في مصافي تكرير النفط الخام، وهي عمليات التقطير وعمليات المعالجة وعمليات التحويل الثانوية.

جدول (٧ - ٢) : متوسط الانتاج من برميل نفط خام.

الوقت الحاضر

		جالون / برميل	نسبة الانتاج (%)
Gasoline	غازولين	٢٠ر٨	٤٩ر٦
Jet Fuel	وقود الطائرات	٢ر٨	٦ر٦
Kerosine	كيروسين	-	-
Gas oil and distillates	زيت الغاز ومكثفات	٨ر٩	٢١ر٢
Residual Fuel oil	زيت الوقود	٤ر٠	٩ر٣
Lubricating oils	زيت تشحيم	٢ر٩	٧ر٠
Other products	منتجات اخرى	٢ر٦	٦ر٣
Total	المجموع	٤٢ر٠	١٠٠ر٠

سنة ١٩٣٠

Gasoline	غازولين	١١ر٠	٢٦ر١
Kerosine	كيروسين	٥ر٣	١٢ر٧
Gas Oil, Distillates and Residual			
Fuel oil	زيت الغاز ومكثفات وزيت الوقود	٢٠ر٤	٤٨ر٦
Lubricating oils	زيت تشحيم	٢ر٤	٥ر٧
Other products	منتجات اخرى	٢ر٩	٦ر٩
Total	المجموع	٤٢ر٠	١٠٠ر٠

المصدر: Modern Petroleum, Berger and Anderson, Figure (10 - 4), Page 172, 1981.

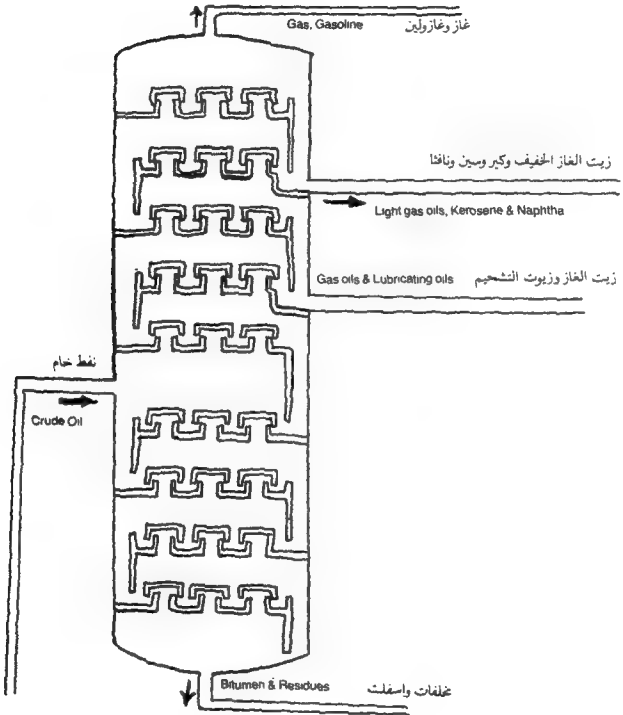
(د - ١) عمليات التقطير (Distillation) :

تستهدف هذه المجموعة من العمليات فصل المنتجات الى مجموعات مختلفة (خفيفة، متوسطة، ثقيلة) باستخدام خاصية التطاير واختلاف درجات الغليان للمركبات الهيدروكربونية المختلفة. ويتم ذلك من خلال تسخين النفط الخام الى درجات حرارة معينة تبدأ المكونات عندها بالتبخير حسب تركيبها الكيميائي، فتبدأ المنتجات الخفيفة بالتبخير أولاً ثم المتوسطة وأخيراً تبقى الثقيلة في مكانها. ويتم جمع المنتجات المختلفة من خلال تكثيفها وتسمى المنتجات بالمكثفات أو المقطرات. ويتم عملية التقطير هذه في مرحلتين كما يلي :

أولاً : عملية التقطير الابتدائي (الجوي) (Atmospheric Distillation) : وتجري هذه العملية في برج التقطير (Distillation Column) وعند ضغط يقارب الضغط الجوي وحرارة عالية (٦٥٠ درجة فهرنهايت)، ويكون اللقيم هو النفط الخام والمنتجات هي الغاز والغازولين وتخرج من أعلى البرج وهي تتكون من الميثان والايثان والبروبان والبيوتان وأخيراً غاز البنتين والذي يطلق عليه الغازولين الطبيعي. ويخرج زيت الغاز الخفيف والكيروسين والنافثا من الجانب العلوي في حين تخرج المنتجات الوسطى الأخرى مثل زيت الغاز وزيت التشحيم من الجانب السفلي. وأخيراً يتم استخراج الأسفلت والمخلفات (المازوت) من القاع، ويبين الشكل (٧ - ٢) نموذجاً مبسطاً لبرج التقطير.

ثانياً : عملية التقطير الثانوي (الفراغي) (Vacuum Distillation) : ويتم التقطير تحت ضغط منخفض وحرارة عالية، وتستخدم هذه العملية لتقطير المخلفات والزيوت الثقيلة مثل المازوت المستخرج من المرحلة الأولى من التقطير. والفرض من استخدام الضغط المنخفض هو مساعدة المنتجات الثقيلة على التبخر والتطاير. أما المنتجات الناتجة من عملية التقطير هذه فهي زيت الغاز وزيت الديزل والمقطرات الشمعية في حين يبقى في القاع زيت الوقود الثقيل وهو يستخدم في انتاج زيوت التزيت والأسفلت الخفيف أو يتم إرساله للوحدات اللاحقة تمهيداً للمعالجة أو التكسير.

شكل (٧ - ٢) : نموذج برج التقطير الابتدائي (الجوي).



المصدر: Basic Oil Industry Information, OPEC, page 30.

(د - ٢) عمليات المعالجة (Treating Processes) :

تهدف هذه العمليات لاعداد منتجات نفطية ذات مواصفات معينة، حيث ان عمليات التقطير لا تكفي في معظم الاحيان لانتاج منتجات جاهزة للاستخدام بسبب عدم نقاوتها وذلك لوجود الشوائب فيها. ويتم ذلك باستخدام الهيدروجين والعوامل المساعدة في وحدات خاصة بكل منتج من تلك المنتجات، ونذكر فيما يلي أهمها :

أولا : معالجة النافثا : نظرا لاحتواء النافثا الناتجة من عمليات التقطير على شوائب كالمركبات الكبريتية والنيتروجينية فان من الضروري التخلص منها قبل استخدام هذا المنتج المهم في عمليات انتاج الغازولين أو البتر وكيمائيات وذلك لتأثيرها في الانابيب وتسببها في التآكل السريع لها بالاضافة الى تأثيراتها السلبية في العوامل المساعدة المستخدمة.

ثانيا : معالجة الكيروسين : ويجري في هذه الوحدة ازالة الكبريت والنيتروجين وذلك للحصول على كيروسين ذي مواصفات ممتازة وملائمة للاستعمالات المهمة مثل وقود الطائرات باختلاف انواعها.

ثالثا : معالجة زيت الغاز والديزل : ان هذه المنتجات الخام تحوي كميات كبيرة من الكبريت مما يجعلها غير ملائمة للاستخدامات المختلفة وخصوصا كوقود لوسائل المواصلات المختلفة. لذلك يجري معالجة هذه المنتجات باستخدام الهيدروجين لتخفيض نسبة الكبريت فيها بالاضافة الى تحسين مواصفاتها الاخرى لتتطابق مع المواصفات العالمية المرغوب فيها.

رابعا : معالجة الغازات : ويتم ذلك في وحدة استخلاص الكبريت، حيث يتم تجميع الغازات الحامضة (ذات محتوى كبريتي عال) الخارجة من الوحدات المختلفة ويتم ارسالها لهذه الوحدة لفصل المركبات الكبريتية مثل غاز كبريتيد الهيدروجين. وتعتبر هذه الوحدة ضرورية لما تسببه المركبات الكبريتية من ضرر على الأفراد والمعدات والمواد المساعدة المستخدمة في العمليات الكيماوية المختلفة. ويتم انتاج الكبريت في هذه الوحدة على شكل كبريت سائل أو صلب حيث يدخل في الأغراض الصناعية الاخرى.

(د - ٣) عمليات التحويل الثانوية (Secondary Conversion Processes) :

ان الغرض الأساسي لهذه العمليات هو زيادة انتاج المقطرات الخفيفة والمتوسطة المرتفعة القيمة على حساب الثقيلة والغازية المنخفضة القيمة مما يزيد من ايراد البرميل الواحد من النفط الخام. وهذه العمليات هي عمليات التكسير لجزيئات المنتجات الثقيلة لتحويلها الى منتجات خفيفة ومتوسطة او اعادة بناء وتشكيل جزيئات الغازات والسوائل المتطايرة لتحويلها الى مركبات هيدروكربونية اثقل. وسوف نستعرض في الجزء التالي كلا من هذه العمليات باختصار.

أولاً : عمليات التكسير والاصلاح (Cracking Processes) : ان هدف هذه العملية هو تكسير وتحويل النطوط الثقيلة وزيت الوقود وزيت الغاز للحصول على منتجات خفيفة بنسب اكبر من تلك التي يتم الحصول عليها من عمليات التقطير الاعتيادية. كذلك فانها تقوم بتحسين نوعية المنتجات لتطابق المواصفات العالمية وبالتالي ملاءمتها للاستخدامات المختلفة. ويأتي هذا الاتجاه من الاختلاف الكبير في القيمة الاقتصادية بين المنتجات الخفيفة والمتوسطة من جهة والثقيلة من جهة اخرى. أما الطرق المستخدمة لعمليات التكسير فهي ثلاثة انواع وهي التكسير الهيدروجيني المحفز (Hydro-Cracking) والتكسير الحراري (Thermal Cracking) وأخيراً التكسير الحراري المحفز (Thermal Catalytic Cracking).

والفرق الوحيد بين هذه العمليات هو ان بعضها يستخدم الهيدروجين في حين يستخدم بعضها الاخر مواد حفازة اخرى أو لا تستخدم اية مواد. ويدخل ضمن هذه العمليات ايضاً عملية اصلاح النافثا وهي تتكون من عمليات تكسير وتحويل للنافثا الثقيلة لانتاج منتجات ذات درجة اوكتان عالية ليتم مزجها مع النافثا الخفيفة لانتاج الغازولين بشكله النهائي ويكون اللقيم في جميع الحالات زيت الوقود او زيت الغاز او الاسفلت. وينتج من تكسير هذه المنتجات الثقيلة منتجات خفيفة مثل الغاز والغازولين والنافثا.

ثانياً : عمليات اعادة البناء (Reforming Processes) : وهي عكس عمليات التكسير، ويتم فيها اعادة بناء جزيئات (Molecular Rearrangement) المركبات

الهيدروكربونية لخلق منتجات أثقل من المنتجات الغازية. ومن العمليات الأساسية التي تندرج تحت هذا البند نذكر الأزمرة (Isomerization)، والبلمرة (Polymerization)، والألكلة (Alkylation). أما الأزمرة فهي تعني تحويل التركيب الجزيئي لمركب معين إلى صيغة أخرى دون أحداث تغيير في الوزن الجزيئي، أي إعادة تشكيل جزيئات المركب. ويتم استخدام هذه العملية في رفع رقم أوكتان النافثا. والمقصود بالبلمرة هو جمع جزيئين من مركب معين لإنتاج جزيء واحد من مركب آخر. ويكون المركب المنتج بواسطة عملية البلمرة أثقل من حيث الوزن الجزيئي وله درجة غليان أعلى. أخيرا تعني الألكلة جمع جزيئين من مركبين مختلفين لإنتاج جزيء من مركب جديد له خواص مختلفة عن المركبات الأصلية المستخدمة. ويجب الإشارة هنا إلى أن جميع هذه العمليات تستخدم الضغط والحرارة بالإضافة إلى العوامل المساعدة لأحداث التفاعلات الضرورية. وبين الشكل (٧ - ٣) بطريقة مبسطة العمليات المختلفة في مصانع التكرير والمنتجات النهائية المستخدمة. وحيث أن المصافي تتفاوت في أنواعها ودرجة تعقيدها، فإننا سوف نحاول تقسيم المصافي حسب المنتجات النهائية في الجزء التالي.

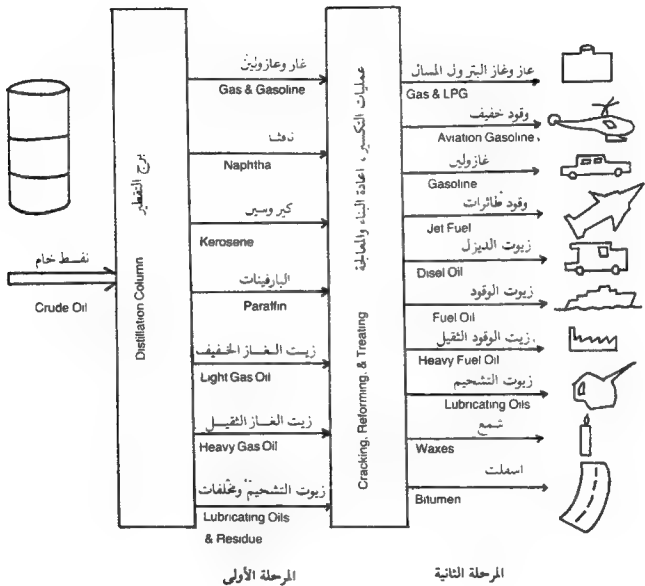
(د - ٤) أنواع مصافي النفط حسب المنتجات :

يمكننا تقسيم المصافي حسب المنتجات إلى خمسة أنواع وهي تختلف في تعقدها بدرجة كبيرة.

أولا: مصافي تكرير النفط: وهي بسيطة وتقوم بعمليات التقطير الابتدائي للنفط الخام وما يستلزمه من عمليات المعالجة البسيطة لبعض المنتجات كالبزين. وتقام هذه المصافي عادة في المناطق النائية وهدفها إشباع حاجة الأسواق المحلية. وتكون أكثر تعقيدا كلما اقتربت من الأسواق الكبيرة وذلك لما تتطلبه هذه الأسواق من منتجات متنوعة وذات مواصفات عالية.

ثانيا: مصافي زيوت الوقود: ويتسم هذا النوع من المصافي بشيء من التعقيد ولكنها لا تحتوي على عمليات تحويل ثانوية لإنتاج المقطرات الخفيفة. وتكون عمليات المعالجة موجودة فيها نظرا لحاجتها لإنتاج منتجات ذات جودة عالية.

شكل (٧ - ٣) : العمليات المختلفة في مصانع التكرير الحديثة .



المصدر : Basic Oil Industry Information, OPEC, Page 31.

ثالثا: مصافي زيوت التزيت : وتتخصص هذه المصافي في انتاج الانواع المختلفة من زيوت التزيت وخلطها وتعبئتها كزيوت نهائية تستخدم لأغراض متعددة، ويستخدم فيها عادة النفط الثقيل كلقيم .

رابعا: مصافي البنزين : وتكون هذه المصافي على درجة كبيرة من التعقيد لاحتوائها على عمليات التكسير والاصلاح لتحويل المنتجات الثقيلة الى خفيفة . كذلك فانها تستلزم وجود عمليات اعادة البناء وخصوصا الالكلة والازمرة لرفع الاوكتان، وعمليات المعالجة لزيادة الجودة وازالة الشوائب غير المرغوب فيها .

خامسا: المصافي البتر وكياوية : وهي مصاف معقدة جدا هدفها تصنيع اللقائم للصناعات البتر وكياوية . ويستخدم كل من النافثا والغاز الطبيعي (الميثان والايثان) كمدخلات للعمليات المختلفة التي تقوم بها وتنتج بعض المواد البتر وكياوية مثل الاثيلين وغيرها .

(د - ٥) السمات الخاصة بصناعة التكرير :

تمتاز صناعة التكرير بسمات خاصة سوف نختصرها فيما يلي بالنقاط التالية . يتطلب بناء المصافي استثمارات ضخمة جدا تصل الى مئات الملايين من الدولارات وذلك للمصافي العادية . وتتميز كذلك بخطورتها بسبب وجود العمليات المعقدة والصعبة فيها والتي تتعامل في معظم الأحيان مع مواد خطيرة وسامة وهذا يتطلب مهارات عالية لمنع حدوث الاصابات . كما ان هناك تطورا تكنولوجيا مستمرا في هذه الصناعة وذلك في اساليب التصنيع والتشغيل . ونتيجة للمميزات السابقة فان نسبة العمالة الفنية والماهرة في هذه الصناعة تكون كبيرة بالمقارنة مع العمالة الكلية . وأخيرا فان متطلبات التشغيل المختلفة مثل التخزين للنفط الخام والمنتجات وقطع غيار للمعدات تتسبب في ارتفاع رأسمال التشغيل .

ويمكن القول بأن اتجاه المصافي نحو التشغيل الآلي والاستفادة من اقتصاديات الحجم من خلال زيادة حجم المصافي وأخيرا ادخال التكنولوجيا الحديثة والعمليات المعقدة كل ذلك كان السبب في اعطاء المصافي هذه السمات الفريدة .

هـ - التطورات في الطاقة التكريرية واستهلاك المنتجات في العالم

في الفترة السابقة للحرب العالمية الثانية كانت الشركات النفطية تقوم ببناء المصافي في الدول المنتجة للنفط وكانت تتاجر بالمنتجات . وقد كان ذلك ممكنا بسبب صغر الطلب على المنتجات واستقرار الاوضاع السياسية في الدول المنتجة للنفط لصالح الشركات . الا انه ومنذ مطلع الخمسينات بدأت الشركات النفطية تتجه لبناء المصافي في الدول المستهلكة مما نتج عنه تحول كامل في التجارة الدولية من المنتجات الى النفط الخام . أما الأسباب الكامنة وراء هذا التحول في سياسة الشركات فهي عديدة ، سوف نذكر بعضها فيما يلي :

أولا : بدأت الشركات الكبرى النفطية بالتخوف من خسارة استثماراتها في الدول المنتجة وذلك بسبب تنامي روح التأمين في الدول النامية بعد الحرب العالمية الثانية . وقد كانت تجربتا التأمين في المكسيك سنة ١٩٣٨ وايران سنة ١٩٥١ مؤشرات واضحة على الاتجاه السياسي في المستقبل .

ثانيا : نتيجة للظروف السياسية التي بدأت تسود بعد الحرب العالمية الثانية واحتمال انقطاع الامدادات النفطية حاولت الشركات ان تكسب درجة من المرونة من خلال عدم ربط المصافي المملوكة لها بالحقول النفطية . ولقد ساعدها في ذلك تنوع النفط الممكن الحصول عليه من السوق .

ثالثا : بعد تنامي الطلب على المنتجات وظهور الحاجة لانتاج كميات كبيرة منها لسد الطلب اصبح من الافضل للشركات بناء مجمعات كبيرة للاستفادة من وفورات الحجم بدلا من مجموعة مصافي موزعة في دول مختلفة .

رابعا : التقدم المستمر في التكنولوجيا المستخدمة في المصافي وعدم توافر المهارات الكافية في الدول المنتجة أدى الى رفع تكاليف هذه المهارات محليا .

خامسا : عدم اكتمال البنية التحتية في الدول المنتجة للنفط جعل من الصعب القيام بمشاريع كبيرة لما يتطلبه ذلك من تكاليف مرتفعة لبناء الطرق والموانئ وما الى ذلك من المشاريع الضرورية .

سادسا : بسبب تعدد المنتجات النفطية وتركز استهلاكها في الدول الصناعية ، أصبح من الأفضل للشركات النفطية بناء المصافي قرب مناطق الاستهلاك للتخلص من مشكلة نقل هذا الكم الهائل من المنتجات لمسافات بعيدة . خصوصا وان نقل سلعة متجانسة وبكميات كبيرة يتيح الاستفادة من اقتصاديات الحجم في النقل .

وبالنسبة لحجم الطاقة التكريرية (Refining Capacity) واستهلاك المنتجات النفطية في العالم فان جدول (٧ - ٣) يبين ذلك للفترة ١٩٤٠ - ١٩٨٤ . ويتضح من هذا الجدول ان الطاقة التكريرية قد نمت بمعدلات مرتفعة جدا خلال الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٣ ، حيث بلغ معدل النمو حوالي ٧٪ وتضاعفت الطاقة التكريرية عشر مرات لتصل الى حوالي ٦٠ مليون برميل / اليوم سنة ١٩٧٣ . ولكن معدل النمو في الطاقة التكريرية تراجع بحدة خلال الفترة التالية لسنة ١٩٧٣ ، حيث انخفض الى ٤٥٪ للفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٠ .

جدول (٧ - ٣) : الطاقة التكريرية في العالم واستهلاك المنتجات النفطية ، ١٩٤٠ - ١٩٨٠ .

١٩٨٤	١٩٨٠	١٩٧٣	١٩٦٠	١٩٤٠	
٧٥٠٠٠	٨١٩١٨	٦٠٢١٤	٢٤٤٧٠	٦٨٦٨	الطاقة التكريرية (الف برميل / يوم)
٥١٠٠٠	٦١٥٨٥	٥٦٥٩١	٢١٨١٢	٥٤٩٤	استهلاك المنتجات (الف برميل / يوم)
٦٨	٧٥	٩٤	٨٩	٨٠	نسبة الاستهلاك الى الطاقة التكريرية (%)
١٩٨٤ - ١٩٨٠	١٩٨٠ - ١٩٧٣	١٩٧٣ - ١٩٦٠	١٩٦٠ - ١٩٤٠		معدلات النمو:
٪ ٨٢٤ -	٪ ٤٥	٪ ٧٢	٪ ٦٥		الطاقة التكريرية
٪ ١٧٢ -	٪ ١٢	٪ ٧٦	٪ ٧٠		استهلاك المنتجات

المصدر : F. Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and, the World Petroleum Market, Table 2.8, Page 72, Westview, 1983.

أما الفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٤ فقد تميزت بمعدل نمو سالب (- ٨,٤٪) وذلك لقيام عدد كبير من المصافي بتصفية عملياتها. ومن المعروف ان اسباب استمرار النمو في الطاقة التكريرية بعد سنة ١٩٧٣ وحتى سنة ١٩٨٠ هو وجود الطلبات التي كان قد بدأ العمل بها قبل حدوث التطورات السعرية سنة ١٩٧٣ وكذلك نتيجة لقيام الدول المنتجة للنفط وخصوصا الاعضاء في الاوبك ببناء مصاف خاصة بها وذلك لمجابهة النمو في الطلب على المنتجات في هذه الدول.

أما الاستهلاك العالمي من المنتجات النفطية فقد كان ايضا ينمو بمعدل مرتفع خلال الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٣ (حوالي ٧٪) ولكن التطورات السعرية بعد ١٩٧٣ أدت الى تراجع معدل النمو بشكل حاد ليصل الى ١,٢٪ خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٠. أما خلال الفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٤ فان معدل النمو في استهلاك المنتجات كان سالباً. فقد انخفض استهلاك المنتجات النفطية في العالم خلال هذه الفترة ليصل الى حوالي ٥١ مليون برميل / اليوم.

ومن خلال مقارنة نسب الاستهلاك الى الطاقة التكريرية نلاحظ ان المصافي كانت تعمل بأعلى طاقتها سنة ١٩٧٣ حيث بلغت نسبة التشغيل ٩٤٪. وقد انخفضت هذه النسبة تدريجياً بعد تلك السنة لتصل الى ٧٥٪ سنة ١٩٨٠ و ٦٨٪ سنة ١٩٨٤. وهذه النسب المنخفضة تدل على فائض كبير في الطاقة التكريرية في العالم وهي مؤشر على تنامي عمليات اقفال المصافي في المستقبل.

أما بالنسبة للتوزيع الجغرافي للطاقة التكريرية في العالم فان الجدولين (٧ - ٤) و (٧ - ٥) يبينان ذلك حسب المجموعات الجغرافية المختلفة وتبعاً لأهم الدول. يلاحظ ان الدول الغربية الصناعية واليابان تحوز فيما بينها على ما يقارب من نصف تلك الطاقة، في حين تمتلك الدول الاشتراكية نحو ٢٣٪ والدول العربية ٦٪. هذا وتمتلك الدول العشر المذكورة في جدول (٧ - ٥) حوالي ٦٣٪ من اجمالي الطاقة التكريرية في العالم.

جدول (٧ - ٤) : الطاقة التكريرية في العالم حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ .
(مليون برميل / يوم)

النسبة الى المجموع (%) ١٩٨٥	١٩٨٥	١٩٨٣	١٩٧٩	١٩٧٣	١٩٦٥	المنطقة
٢٣ر٨	١٧ر٥	١٧ر٧٠	١٩ر٩٦	١٦ر٠٩	١١ر٣٥	امريكا الشمالية
٩ر٨	٧ر٢	٨ر٠٥	٨ر٦٣	٧ر٢١	٣ر٩٩	امريكا اللاتينية
٢٠ر٢	١٤ر٨	١٦ر٨٦	٢٠ر٥٣	١٨ر٦٩	٨ر٣٠	اوروپا الغربية
٦ر٠	٤ر٤	٣ر٩٤	٣ر٦٨	٢ر٧٥	١ر٦٩	الشرق الاوسط
٣ر٤	٢ر٥	٢ر٢٦	١ر٦٩	١ر١٠	٠ر٥٧	افريقيا
١٣ر١	٩ر٦	٩ر٦٨	٩ر٤٥	٨ر١١	٢ر٨٤	آسيا والشرق الأقصى
١ر١	٠ر٧	٠ر٨٤	٠ر٨٤	٠ر٧٦	٠ر٤٨	اوقيانوسيا
٢٢ر٦	١٦ر٦	١٦ر٦٧	١٥ر١٤	٩ر٦٩	٣ر٩٨	دول التخطيط المركزي
١٠٠ر٠	٧٣ر٤	٧٦ر٠٠	٧٩ر٩١	٦٤ر٤٠	٣٣ر٢٠	العالم

المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، منظمة الأقطار المصدرة للنفط، ١٩٨٥ .

وفيا يختص باستهلاك المنتجات النفطية في العالم وتوزيع الاستهلاك حسب المجموعات الجغرافية فان جدول (٧ - ٦) يستعرض استهلاك العالم من هذه المنتجات خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٣ . ويتبين من الجدول ان الدول الاعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية تستهلك ما يقارب من ٥٤٪ من اجمالي استهلاك العالم من المنتجات النفطية .

جدول (٧ - ٥) : الطاقة التكريرية في العالم حسب الدول، ١٩٧٥ - ١٩٨٥ .
(مليون برميل / يوم)

الدولة	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	النسبة (%)
الولايات المتحدة	١٥٢	١٨٣	١٥٢	٢٠٧
الاتحاد السوفيتي	٩١	١٠٧	١٢٠	١٦٤
اليابان	٥٢	٥٧	٥٠	٦٨
ايطاليا	٤٣	٤١	٢٦	٣٥
فرنسا	٣٣	٣٣	٢٣	٣٠
الصين	١٣	١٩	٢٢	٢٩
كندا	٢١	٢٢	٢١	٢٨
بريطانيا	٣٠	٢٥	١٨	٢٤
المانيا الغربية	٣١	٣١	١٨	٢٤
المكسيك	٠٨	١٥	١٧	٢٣
العالم	٧١٢	٨١٢	٧٣٣	١٠٠٠

المصدر : BP Statistical Review of World Energy, June 1986.

أما الدول الاشتراكية فنسبة استهلاكها الى العالم حوالي ٢٠٪ في حين تبلغ حصة الدول العربية حوالي ٣٤٪ . والملاحظ من الجدول المذكوران الاستهلاك العالمي قد بدأ بالانخفاض بعد سنة ١٩٨٠ ويأتي معظم هذا الانخفاض في الاستهلاك من الدول الغربية الصناعية، حيث تدل معدلات النمو خلال تلك الفترة (٨٠ - ١٩٨٣) على تراجع مستمر بمعدل ١١ - ١٣٪ سنوياً.

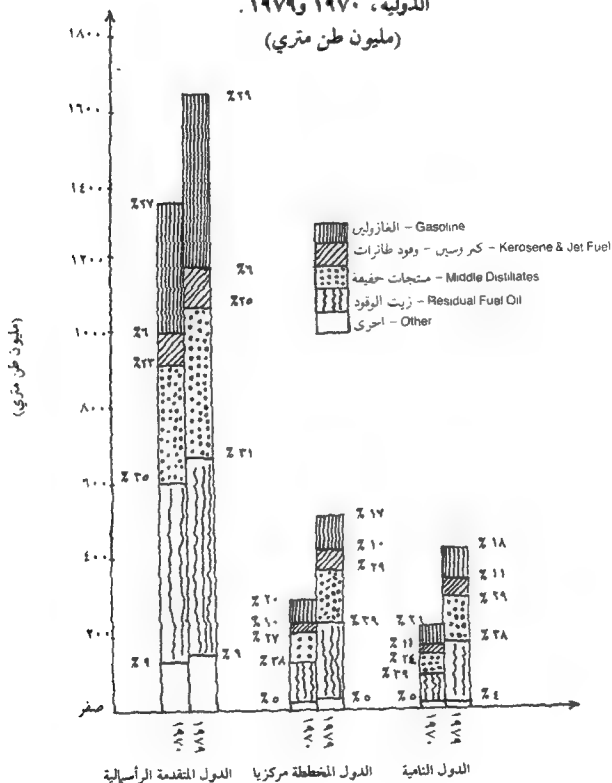
جدول (٧ - ٦) : استهلاك المنتجات النفطية في العالم، ١٩٧٣ - ١٩٨٣ .
(مليون طن / سنة)

المنطقة	١٩٧٣	١٩٧٧	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٣	التغير (%)
الولايات المتحدة	٨١٨	٨٦٦	٧٩٤	٧٤٦	٧٠٠	(١١ر٨)
اوروپا الغربية	٧٤٩	٦٩٧	٦٨٠	٦٣٣	٥٨٦	(١٣ر٨)
اليابان	٢٦٩	٢٦٠	٢٣٨	٢٢٤	٢٠٦	(١٣ر٤)
الدول العربية	٢٦	٥٥	٧١	٧٨	٩٤	٣٢ر٤
الدول الاشتراكية	٤٠٧	٤٩٨	٥٤٢	٥٤٢	٥٤٠	(٠ر٤)
بقية دول العالم	٣٦٥	٤٧٣	٥٤٣	٥٨٥	٦١٣	١٢ر٩
المجموع العام	٢٦٣٤	٢٨٤٩	٢٨٦٨	٢٨٠٨	٢٧٣٩	(٤ر٥)

المصدر : تقرير الأمين العام السنوي الحادي عشر (١٩٨٤)، منظمة الأوابك.
ملاحظة : الأرقام ضمن الأقواس تعني سالبا.

وبالنسبة لأنواع المنتجات المستهلكة وتقسيمها حسب المجموعات الدولية فان الشكل (٧ - ٤) يوضح ذلك للسنتين ١٩٧٠ و ١٩٧٩. ويتبين من الشكل ان نسبة كبيرة من استهلاك الدول المتقدمة الرأسمالية هو على شكل غازولين (٢٩٪) من الاستهلاك الاجمالي من المنتجات) في حين بلغت هذه النسبة ١٧٪ للدول الاشتراكية و ١٨٪ للدول النامية. ويعكس ذلك اعتماد الدول الغربية على وسائل المواصلات الشخصية في حين تعتمد الدول الاخرى على الوسائل الجماعية. وحيث ان وسائل المواصلات الجماعية تستخدم زيت الوقود فان نسبة استهلاك زيت الوقود في الدول النامية والاشتراكية بلغت ٣٨٪ و ٣٩٪ على التوالي في حين بلغت تلك النسبة للدول الصناعية الغربية حوالي ٣١٪. أخيرا نشير الى استهلاك المجموعات الدولية من المخلفات الاخرى وهي الزيوت الثقيلة،

شكل (٧ - ٤) : الاستهلاك العالمي للمنتجات النفطية حسب المجموعات الدولية، ١٩٧٠ و ١٩٧٩.
(مليون طن متري)



المصدر: F. Fesharaki, D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, table (2-1), Westview, 1983.

جدول (٧ - ٧) : تطور استهلاك المنتجات خارج العالم الاشتراكي،
١٩٧٥ - ١٩٨٥.
(مليون طن)

المنطقة / الدولة	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥	النسبة (%)
الولايات المتحدة	٧٦٥٩	٧٩٤١	٧٢٤١	١٠٠.٠
(١) الغازولين	٣٠٤٥	٣٠٥٧	٣٠٤٧	٤٢.١
(٢) المكثفات	١٩٠.٠	٢٠٧.٩	٢٠٣.٨	٢٨.١
(٣) زيت الوقود	١٢٩.٤	١٣٣.٠	٦٦.١	٩.١
(٤) أخرى	١٢٤.٠	١٤٧.٥	١٤٩.٥	٢٠.٧
أوروبا الغربية	٦٥١.١	٦٦٥.٠	٥٦٦.٨	١٠٠.٠
(١) الغازولين	١٢٤.٧	١٣٧.١	١٣٥.٣	٢٣.٩
(٢) المكثفات	٢١٩.٢	٢٣٣.٠	٢٢٤.٩	٣٩.٧
(٣) زيت الوقود	٢٢٤.٧	٢٠٣.٤	١١٩.٧	٢١.١
(٤) أخرى	٨٢.٥	٩١.٥	٨٦.٩	١٥.٣
الدول النامية	٣٩٣.٧	٥٢٢.٨	٥٥٩.١	١٠٠.٠
(١) الغازولين	٧٤.٤	٩٢.٥	١٠١.٣	١٨.١
(٢) المكثفات	١٢٦.٠	١٧٠.١	١٩٨.٤	٣٥.٥
(٣) زيت الوقود	١٣٦.٩	١٨٨.٥	١٧٣.٦	٣١.١
(٤) أخرى	٥٦.٤	٧١.٧	٨٥.٨	١٥.٣

المصدر: BP Statistical Review of World Energy, Various Issues.

ملاحظة : (١) الغازولين يشمل وقود السيارات والطائرات والمنتجات الخفيفة الأخرى.
(٢) المكثفات تشمل أنواع الكبروسين وزيت الغاز وزيت الديزل.
(٣) زيت الوقود ويشمل وقود السفن.
(٤) الأخرى تعني الغاز، غاز البترول المسال والمذيبات والشحوم والبتيومين والشموع والوقود المستخدم في محطات التكرير والفاقد.

ويلاحظ ارتفاع نسبة استهلاكها في الدول الغربية (٩٪) مقارنة بالدول النامية والاشتراكية (٤٪ و ٥٪ على التوالي) ويرجع السبب في ذلك الى ان هذه الزيوت تستخدم وقودا في انتاج الكهرباء بالدول الغربية في حين تستخدم الدول النامية والاشتراكية الفحم في انتاج الكهرباء . ونستعرض أخيرا جدول (٧ - ٧) الذي يبين تطور استهلاك المنتجات المختلفة لبعض الدول والمناطق المهمة . من الملاحظ ان دور الغازولين قد تراجع قليلا في الدول الاوروبية في حين بقي ثابتا في الولايات المتحدة خلال الفترة ١٩٧٥ الى ١٩٨٥ . أما الدول النامية فقد ازداد استهلاكها من الغازولين بشكل سريع رغم ان الاسعار ارتفعت بحدة خلال هذه الفترة . أما بخصوص زيت الوقود فمن الملاحظ ان استهلاكه انخفض في الدول الغربية بحدة ، مما يدل على تحول هذه الدول نحو الفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية . نستنتج من هذا العرض السريع ان الغازولين نظرا لصعوبة استبداله قد احتفظ تقريبا بأهميته في هيكل استهلاك المنتجات النفطية في معظم المناطق ، في حين اخذ زيت الوقود يتراجع نظرا لمرونته السعرية العالية بسبب وجود عدد من البدائل له في استخداماته المختلفة .

مراجع الفصل السابع

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A, 1983.
- G.D. Hobson, Editor, Modern Petroleum Technology, 5th Edition, Part Two, John Wiley & Sons, U.S.A., 1984.
- James G. Speight, The Chemistry and Technology of Petroleum, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1980.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Organization of Petroleum Exporting Countries, Basic Oil Industry information, OPEC Publications, Vienna, Austria, 1983.
- James H. Gary & Glenn E. Handwerk, Petroleum Refining : Technology and Economics, Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 1975.

- أحمد نور الدين، عمليات التكرير واقتصادياته، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الكويت، ١٩٧٩.

الفصل الثامن

الصناعات النفطية الأخرى :

استغلال الغاز الطبيعي

(Oil-Related Activities : Natural Gas Utilization)

- أ- طبيعة تواجد الغاز الطبيعي واحتياطياته .
- ب- طرق استغلال الغاز الطبيعي .
- ج- استغلال الغاز الطبيعي تاريخيا .
- د- الانتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي .
- هـ- تجارة الغاز الطبيعي :
- (هـ - ١) تطور تجارة الغاز الطبيعي .
- (هـ - ٢) تكاليف النقل بالأنابيب والناقلات .
- (هـ - ٣) معوقات نمو تجارة الغاز الطبيعي .
- (هـ - ٤) انماط تسعير الغاز الطبيعي .
- المراجع .

أ - طبيعة تواجد الغاز الطبيعي واحتياطياته

ذكرنا في الفصل الثالث ان الغاز الطبيعي هو مزيج من الهيدروكربونات الشبيهة بالنفط من حيث الجيولوجية والجغرافية والتركيب الكيماوي . وتشكل غازات الميثان والايشان والبروبان والبيوتان والبتان أهم مكونات الغاز الطبيعي وجميعها مركبات بارافينية اي على شكل سلاسل مستقيمة . ويعتبر الميثان أبسطها من حيث التركيب الكيماوي لاحتوائه على ذرة كربون واحدة . كما ان الغاز يحوي بعض الشوائب الغازية كالغازات الكبريتية والنيتروجينية وثاني اكسيد الكربون .

يتواجد الغاز الطبيعي في الارض اما مع النفط ويسمى عندئذ غازا مصاحبا (Associated Gas) أو بمفرده في مكان من مستقلة ويطلق عليه غير مصاحب (Non - Associated Gas) . ويصنف الغاز الى صنفين تبعا لنسبة مكوناته . فهناك الغاز الطبيعي الجاف (Dry Gas) وهو عديم المحتوى من الهيدروكربونات القابلة للتكثيف في ظروف الضغط والحرارة العيارين ، في حين يطلق مصطلح غاز رطب (Wet Gas) على أصناف الغاز التي تشتمل على هيدروكربونات قابلة للتكثيف . ويرجع السبب في تسمية هذا الصنف بالغاز الرطب الى تكثف غاز البتان عند الضغط الجوي مكونا سائلا يسمى الغازولين الطبيعي (Natural Gasoline) .

وفيا يختص بالشوائب الموجودة في الغاز الطبيعي فانه عادة ما يتم التفريق بين الغازات المختلفة على أساس المحتوى الكبريتي حيث يسمى الغاز الذي يحوي قدرا صغيرا من الشوائب الكبريتية بحيث لا يحتاج الى تنقيته قبل الاستخدام بالغاز الطبيعي الحلو (Sweet Gas) . في حين يسمى الغاز الذي يتطلب التنقية لارتفاع نسبة الكبريت فيه بالغاز الطبيعي الحامض (Sour Gas) .

ولقارنة أصناف الغاز الطبيعي من حيث الخواص التجارية كالمحتوي الحراري والوزن النوعي هناك مقياس رقم واب (Wobbe No.) وبحسب كالاتي (الوحدات القياسية مبنية بين قوسين) :

رقم واب (Wobbe No.) = المحتوى الحراري ÷ (الوزن النوعي)^{1/4}

(ب ت يو / قدم مكعب) (ب ت يو / قدم مكعب) (رقم مطلق)

ويذكر ان الوزن النوعي للغاز الطبيعي يتراوح بين ٨٥ر٠ الى ٧٩ر٠ تبعاً لمحتواه من الغازات المختلفة مقارنة مع الوزن النوعي للماء الذي يعادل واحداً صحيحاً . من الواضح ان رقم واب يتناسب طردياً مع المحتوى الحراري وعكسياً مع الوزن النوعي . ويعتبر الغاز الطبيعي عموماً أكثر جودة كلما ارتفع رقم واب المتعلق به . ويوضح جدول (٨ - ١) المحتوى الحراري لمكونات الغاز الطبيعي ونسبة كل مركب في الحجم الكلي وذلك للغاز الجاف والرطب . ومن الملاحظ ان غاز الميثان هو المركب الاساسي من حيث نسبته في الحجم مع تميزه بانخفاض محتواه الحراري مقارنة مع المكونات الأخرى .

جدول (٨ - ١) : مكونات الغاز الطبيعي

النسبة في الحجم (%)		المحتوى الحراري (ب ت يو / قدم مكعب)	المركب
الغاز الجاف	الغاز الرطب		
-	-	١٠٥٠ - ١٠٢٠	الغاز الطبيعي التجاري
٨٤ر٦٠	٩٦ر٠٠	١٠١٢	الميثان (Methane)
٦ر٤٠	٢ر٠٠	١٨٠٠	الايثان (Ethane)
٥ر٣٠	٠ر٦٠	٢٥٢٠	البروبان (Propane)
٢ر٦٠	٠ر٣٠	٣١٠٦	البيوتان (Butane)
٠ر٦	٠ر٢٠	٣٣١٧	البنتان (Pentane)

E.N. Tiratsoo, Natural Gas, 3rd Edition, Page 7, Table 1/5, Scientific Press Ltd,
Beaconsfield, England, 1979.

المصدر :

ملاحظة : عادة ما يستخدم مقدار السوائل المستخلصة من الغاز الطبيعي في ظروف الضغط والحرارة العياريين لتصنيفه الى رطب او جاف . فالغاز الذي يحوي أكثر من ليتر واحد من المكثفات لكل ٧٥ متراً مكعباً من الغاز يعتبر رطباً بينما يعتبر جافاً اذا كانت كمية المكثفات اقل من ذلك .

والجدير بالذكر انه بالإضافة الى تواجد الغاز الطبيعي في المناطق الرسوبية المميزة الا انه يتواجد ايضا في مناطق من العالم ذات صفات جيولوجية مختلفة تماما . فعلى سبيل المثال يتواجد الغاز الطبيعي في حقول الفحم وفي بعض التكوينات الصخرية الضيقة وكذلك في المناطق المتجمدة وقيعان المحيطات .

وللتعرف على التوزيع الجغرافي للاحتياطيات المؤكدة والاضافية وذلك لبعض المجموعات الدولية انظر جدول (٣ - ١٢) في الفصل الثالث . يلاحظ ان ارقام الاحتياطي لا تفرق بين احتياطيات الغاز المصاحب وغير المصاحب ، الا انه بشكل عام يمكن القول بأن احتياطيات الغاز المصاحب تشكل ما نسبته ٢٨٪ من اجمالي الاحتياطيات وتتركز بشكل اساسي في الدول ذوات الاحتياطي النفطي الضخم كالمملكة العربية السعودية والكويت والعراق وبعض الدول الاخرى . ولدراسة تطور الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي وفق المجموعات الجغرافية المختلفة للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ نستعرض جدول (٨ - ٢) . يتضح من الجدول ان التوزيع الجغرافي لاحتياطيات الغاز يتسم باتساعه (مقارنة مع النفط الخام) ونموه المضطرد خلال الفترة المذكورة . فقد ارتفع احتياطي العالم من الغاز الطبيعي ليصل الى ٩٩٥٤٦ بليون متر مكعب (حوالي ٥٧٧ بليون برميل مكافئ نفط) سنة ١٩٨٥ . ويلاحظ من الجدول عدم تجانس النمو في الاحتياطي في المناطق المختلفة ، حيث ارتفعت حصة دول الشرق الاوسط ودول التخطيط المركزي لتصل ٢٧٫٥٪ ، وار ٤٠٪ بالترتيب في حين انخفضت نسبة الولايات المتحدة لتصل ٨٪ سنة ١٩٨٥ . ويعزى الانخفاض في حصة الولايات المتحدة في مجمل الاحتياطي العالمي الى عدم حدوث اية اضافات مهمة لتعويض الاستهلاك المستمر ، كما ان الولايات المتحدة كانت قد تعرضت لمقدار كبير من البحث والتنقيب في الفترة السابقة لسنة ١٩٦٥ . وفي المقابل شهدت دول العالم الاخرى نموا كبيرا في جهود الاستكشاف مما ادى الى اكتشاف مقادير مهمة من الغاز الطبيعي وبالخصوص في منطقة الشرق الاوسط والاتحاد السوفيتي وبعض الدول الافريقية .

جدول (٨ - ٢) : تطور احتياطات الغاز الطبيعي وفق المناطق الجغرافية،

١٩٦٥ - ١٩٨٥.

(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٩	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٩٢٥٥ (٣٦٦)	٩٧٤٥ (٢١٧)	٨٠٧٥ (١٣٤)	٨١٠٨ (٩٧)	٨١٠٠ (٨١)
امريكا اللاتينية	١٧٧٠ (٧٠)	١٨٣٩ (٤١)	٢٣٣٦ (٣٩)	٤٦٤٣ (٥٦)	٥٥٢٩ (٥٦)
اوروبا الغربية	١٨٢٤ (٧٢)	٤١٣٣ (٩٢)	٤٣٤١ (٧٢)	٤٣٧٩ (٥٣)	٥٥٢٣ (٥٦)
الشرق الأوسط	٦١٧٠ (٢٤٤)	١٠٠٠٥ (٢٢٢)	١٥٣٧٧ (٢٥٤)	٢٤٢٢٣ (٢٩٠)	٢٧٤١٥ (٢٧٥)
افريقيا	٢١٦٤ (٨٦)	٥٢٢٦ (١١٦)	٥٨١١ (٩٦)	٥٨٩٠ (٧١)	٥٨٤٠ (٥٩)
اسيا والشرق الأقصى	٨٠١ (٣٢)	١٠٧٦ (٢٤)	٢١٨٧ (٣٦)	٣٣٥٢ (٤٠)	٥٥٨٤ (٥٦)
اوقيانوسيا	١٣٧ (٠٥)	٤٠٤ (٠٩)	١٠٣٦ (١٧)	١٠٢٢ (١٢)	١٦٧٨ (١٧)
دول التخطيط المركزي	٣١٩٥ (١٢٦)	١٢٥٧٥ (٢٧٩)	٢١٣٤٦ (٣٥٣)	٣١٨٢١ (٣٨١)	٣٩٨٧٦ (٤٠١)
العالم	٢٥٣١٥ (١٠٠٠)	٤٥٠٠١ (١٠٠٠)	٦٠٥٠٨ (١٠٠٠)	٨٣٤٣٨ (١٠٠٠)	٩٩٥٤٦ (١٠٠٠)
الأوبك	٩١٦٢ (٣٦٢)	١٥٨٥٩ (٣٥٢)	٢٢٥٣٧ (٣٧٢)	٣١٥٧٥ (٣٧٨)	٣٥٦٨٤ (٣٥٨)

المصدر : التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، ص ٣٨، جدول ٣٤،

١٩٨٥

ملاحظة : الأرقام بين قوسين تعني النسبة الى مجموع العالم (%).

وبالنسبة لتوزيع الاحتياطي وفق اهم الدول سنة ١٩٨٤ ينظر جدول (٨ - ٣) . نلاحظ ان الاتحاد السوفيتي وايران تحوزان على ما يقارب من ٣٨٪ و ١٤٪ من مجمل الاحتياطي العالمي . أما الدول الاخرى التي تمتلك كميات لا بأس بها فهي الولايات المتحدة ٥٨٪ وقطر ٤٤٪ والسعودية والجزائر ٣٧٪ لكل منها . ونشير أخيرا الى ان اهم عشر دول وهي : الاتحاد السوفيتي وايران وقطر والسعودية والامارات والجزائر والنرويج والمكسيك والولايات المتحدة وكندا تحوز فيها بينها على ٨٠٪ من الاحتياطي العالمي المؤكد في العالم .

من الضروري ان نشير هنا الى ان ارقام الاحتياطي ليست بالدقة التي تمكنا من الاعتماد عليها وذلك لعدة اسباب هي : عدم اتفاق الدول على تعريف الاحتياطي المذكور، لذلك فان ارقام الاحتياطي لا تعني الشيء نفسه في الدول المختلفة . كذلك من المعروف ان الاحتياطيات المعروفة غير متوافرة بنفس الدرجة حيث ان بعضها متواجد في مناطق قريبة واخرى في مناطق نائية . وهناك ايضا احتياطيات مرتبطة بالنفط الخام حيث ان انتاجها يعتمد على معدلات انتاج النفط مما يمنع انتاج الغاز بصفة مستقلة . كما ان هناك اختلافات كبيرة بين الاحتياطيات المختلفة من حيث المحتوى الحراري بسبب اختلاط الغاز مع مركبات اخرى . أخيرا ، يشكل الفاقد من الانتاج نسبة كبيرة من الانتاج الاجمالي مقارنة مع المصادر الاخرى الا انه بشكل عام تنخفض نسبة الفاقد بشكل كبير في حالة احتياطيات الغاز غير المصاحب حيث تصل نسبة الانتاج الى ٩٠٪ من اجمالي الكميات نظرا لقدرة الغاز الفائقة على التحرك خلال المسامات الصخرية . أما في حالة الغاز المصاحب فان نسبة الانتاج تكون منخفضة حيث تصل في بعض الاحيان الى اقل من ٥٠٪ . هذا مع العلم ان النفوس المختلفة تختلف من حيث نسبة الغاز الى النفط حيث تصل هذه النسبة في دول اميركا اللاتينية حوالي ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ قدم مكعب لكل برميل في حين تنخفض هذه النسبة في آبار الشرق الاوسط لتصل حوالي ٢٠٠ - ٧٠٠ قدم مكعب للبرميل . وتعني هذه الارقام على سبيل المثال انه في حالة كون النسبة ١٠٠٠ قدم مكعب للبرميل فان انتاج بليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي يتطلب انتاج مليون برميل نفط .

جدول (٨ - ٣) : احتياطات و انتاج الغاز الطبيعي وفق أهم الدول ، ١٩٨٤.

الدولة	الاحتياطي (بليون متر مكعب)	الانتاج ^(١) (بليون متر مكعب)	عمر الاحتياطي (سنوات)
الاتحاد السوفيتي	٣٧٥٠٠	٥٨٧ر٠	٦٣ر٩
ايسران	١٣٧٧٥	٣٠ر٥	٤٥١ر٦
الولايات المتحدة	٥٦٧٠	٤٨٧ر٥	١١ر٦
قطر	٤٢٨٠	٦ر٨	٦٢٩ر٤
الجزائر	٣٦١٠	٩٣ر٨	٣٨ر٥
السعودية	٣٦٠٨	٢٩ر١	١٢٤ر٠
الإمارات	٣١٥٠	١٨ر٠	١٥٧ر٠
كندا	٢٦٦٠	٧٨ر٢	٣٤ر٠
النرويج	٢٢٣٦	٢٧ر٣	٨١ر٩
المكسيك	٢١٧٢	٢٩ر٤	٧٣ر٩
هولندا	١٨٩٠	٧٥ر١	٢٥ر٢
فرنزولا	١٦٥٠	١٧ر٣	٩٥ر٤
استراليا	١٤٨٢	١١ر٤	١٣٠ر٠
ماليزيا	١٣٩٠	٩ر٢	١٥١ر١
نيجيريا	١٣٣٠	١٦ر٣	٨١ر٦
اندونيسيا	١١٣٣	٤٣ر١	٢٦ر٣
الكويت	١٠٣٨	٥ر٨	١٧٩ر٠
الصين	٨٥٠	١٨ر٠	٤٧ر٢
العراق	٨١٦	٤ر٩	١٦٦ر٥
بريطانيا	٧٢٥	٤٠ر٢	١٨ر٠
الأرجنتين	٦٧٣	١٣ر٥	٤٩ر٩
ليبيا	٦٠٠	١٢ر٤	٤٨ر٤
العالم	٩٨٣٢٨	١٨٤٧ر٦	٥٣ر٢
الأوبك	٣٥١٢٠ (٣٥٧)	٢٩٥ر٨ (١٦٠)	١١٨ر٧

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، الجداول ٣٥، ٤١، ٤٢، ص ٣٨ و٦٠، سنة ١٩٨٤.

ملاحظات: (١) بالنسبة للدول خارج الأوبك فان ارقام الانتاج تمثل الانتاج المستغل وليس الكلي لكون الحقن والحرق يمثلان نسبة ضئيلة من الانتاج الاجمالي. أما بالنسبة لدول الأوبك فان الانتاج هو الكلي وذلك لصغر الكمية المستغلة.

ب - طرق استغلال الغاز الطبيعي

ان استغلال الغاز الطبيعي يعتمد على الظروف المحيطة بالانتاج وعلى طبيعة الاحتياطي. ففي حالة الغاز غير المصاحب فان الآبار الحاوية للغاز تستغل فقط عند وجود اسواق قريبة تضمن الاستغلال الاقتصادي لها. وفي حالة عدم وجود فرص الاستفادة فانها تغلق بانتظار الظروف الملائمة. أما الغاز المصاحب للنفط فانه لا مجال للسيطرة على الكميات المنتجة منه لارتباط ذلك بمقدار النفط المنتج لذلك فان الغاز المنتج في هذه الحالة يستغل عند توافر امكانيات استغلاله اقتصاديا والا فانه يحرق لمنع تسربه الى الغلاف الجوي لخطورته. ويستغل جزء من الغاز في توفير احتياجات الطاقة وبعض عمليات الحقن للمحافظة على الضغط المكثفي. هناك عدة طرق لاستغلال الغاز الطبيعي المنتج سواء كان مصاحباً او غير مصاحب وهي :

أولاً : اسالة البروبان والبيوتان بعد فصلهما من الغاز الطبيعي من خلال تعريض هذين الغازين لضغط مرتفع، ويسمى السائل الناتج غاز البترول المسال (Liquified Petroleum Gas). أما استخدامات غاز البترول المسال فهي منزلية كوقود للطبخ والتدفئة أو في الصناعة كالأفران.

ثانيا : اسالة الميثان والايثان عن طريق التبريد الشديد والضغط المرتفع لانتاج الغاز الطبيعي المسال (Liquified Natural Gas) ومن ثم تصديره للخارج حيث يستخدم في المصافي كوقود او كلقيم في الصناعات البتر وكيماوية بعد اعادة تحويله الى غاز. ويمكن استخدام هذا السائل في وسائل المواصلات المعدة خصيصا لاستخدام هذا الوقود.

ثالثا : في حالة وجود اسواق قريبة فان من الممكن شحن الغاز الطبيعي الجاف مباشرة الى المستهلكين عن طريق الانابيب لاستخدامه مصدرا للطاقة في تدفئة المنازل او كوقود في محطات انتاج الكهرباء او لقيما في الصناعات الكيماوية والبتر وكيماوية.

رابعا : استخدام الغازولين الطبيعي الناتج من اسالة غاز البنتان في عمليات المعالجة في المصافي لتحسين جودة النفط الخام ومنتجاته المختلفة.

خامسا : استخدام الغاز الطبيعي في حقول النفط كمصدر للطاقة لانتاج الكهرباء ولعمليات الحقن للمحافظة على الضغط المكمني.

سادسا : انتاج الكبريت من الغازات الكبريتية بعد فصلها من الغاز الطبيعي ، حيث يستخدم الكبريت في مختلف الصناعات الكيماوية كالاسمدة والاحماض والبتر وكيماويات.

سابعا : لما كان الغاز الطبيعي يحوي في بعض الاحيان كميات كبيرة من غاز ثاني اكسيد الكربون أو الهليوم ، فانه نظرا للاهمية التجارية لهذه الغازات فهي عادة ما تستخلص منه .

وتجدر الاشارة هنا الى ان معظم الكمية المنتجة من الغاز الطبيعي في العالم تستغل في الاغراض المختلفة ولا تشكل عمليات الحقن (Injection) والحرق (Flaring) سوى نسبة ضئيلة من الكمية الاجالية . فقد بلغت كمية الغاز المستخدمة في الحقن والمحروقة في العالم حوالي ١١٥ر٧ بليون متر مكعب (٦٧١ مليون برميل مكافئ نفط) و١٦٩ر٣ بليون متر مكعب (٩٨٢ مليون برميل مكافئ نفط)

بالترتيب في سنة ١٩٨٠. تمثل هذه الكميات ما نسبته ٦٠٥٪ حقن و ٩٠٥٪ حرق من الانتاج العالمي الذي بلغ ١٧٨٨٠٠ بليون متر مكعب سنة ١٩٨٠. أما الدول التي تمارس معظم الحرق والحقن فهي الدول الاعضاء في منظمة الاوبك، فقد بلغت الكمية المحروقة من الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٠ حوالي ١١٦٤ بليون متر مكعب (٦٧٥ مليون برميل مكافئ نفط) من مجمل انتاج الاوبك من الغاز الطبيعي الذي بلغ ٢٧٠٧ بليون متر مكعب (أي بنسبة ٤٣٪). أما الكمية المستخدمة في حقن الآبار فقد بلغت ٤٩٢ بليون متر مكعب وذلك بنسبة ١٨٪ من اجمالي الانتاج. يتضح من الاحصائيات المذكورة والمبينة في جدول (٨ - ٤) ان الدول الاعضاء في الاوبك اسهمت بنسبة ٦٩٪ من مجمل الحرق في العالم وبنسبة ٤٣٪ من عمليات الحقن. أما الكمية المستغلة فانها لا تمثل سوى ٣٩٪ من مجمل انتاج الاوبك و ٧٪ من اجمالي انتاج العالم.

أما استخدامات الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٤ فهي موضحة ايضا في جدول (٨ - ٤)، يتبين من الجدول ان دول الاوبك قد استطاعت ان ترفع من نسبة استغلالها للغاز المنتج (٤٥١٪ مقارنة مع ٣٩٪ في سنة ١٩٨٠). كذلك اصبحت الاوبك تحرق مقادير اقل من السابق مع العلم ان الانتاج الكلي قد ازداد ليصل الى ٢٩٥٩ بليون متر مكعب.

تجدر الاشارة هنا الى ان الدول الخليجية الاعضاء في الاوبك تمارس مقدارا اكبر من الحرق مقارنة مع الدول الاخرى الاعضاء وان معظم الانخفاض في كمية الغاز المحروقة في هذه الدول ناتج من انخفاض انتاج الغاز بسبب كونه مصاحبا للنفط وليس بسبب زيادة كفاءة الاستخدام.

ونشير أخيرا الى ان عمليات الحرق والحقن في العالم خارج الاوبك تمثل مقدارا ضئيلا من اجمالي انتاج الغاز، حيث بلغت نسبة الحرق ٣٠٥٪ في حين بلغت نسبة الحقن حوالي ٤٤٪ وذلك سنة ١٩٨٠.

وتتركز حاليا معظم مصانع استغلال الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة وكندا. فقد بلغت حصة هاتين الدولتين سنة ١٩٨٥ حوالي ٦٦٪ من اجمالي الطاقة التحويلية (Processing Plants) للعالم، حيث تحوز الولايات المتحدة على ٥١٪

جدول (٨ - ٤): انتاج واستخدامات الغاز الطبيعي في دول الأوبك والعالم،
١٩٨٠ و ١٩٨٤.
(بليون متر مكعب)

الدولة	١٩٨٠				١٩٨٤			
	المستغل	الحرق	الحقن	الاجالي	المستغل	الحقن	الحرق	الاجالي
ايران	٨٣	٢٣	٩٥	٢٠١	١٣٥	١٠٠	٦٥	٣٠٥
العراق	١٨	-	٩٦	١١٤	٠٦	-	٤١	٤٩
الكويت	٦٩	٠٥	١٤	٨٨	٤١	٠٣	٠٧	٥٨
قطر	٥٢	-	١٢	٦٤	٥٩	-	٠١	٦٨
السعودية	١٤٦	٠٣	٣٨٤	٥٣٣	٧٢	١٣	١٤٩	٢٩١
الامارات	٧٣	-	٧٦	١٤٩	٩٨	-	٦٧	١٨٠
مجموع دول الخليج الاعضاء	٤٤١ (٣٨٤)	٣١ (٢٧)	٦٧٧ (٥٨٩)	١١٤٩ (١٠٠)	٤١١ (٤٣٢)	١١٦ (١٢٢)	٣٣٠ (٤٤٦)	٩٥١ (١٠٠)
الجزائر	١٩٣	١٤٤	٩٧	٤٣٤	٣٥٠	٤٨٣	٥٧	٩٣٨
الاكوادور	-	-	٠٤	٠٤	٠١	-	٠٤	٠٥
الغابون	٠٢	-	١٧	١٩	٠١	٠٣	١٨	٢١
اندونيسيا	١٨٥	٤٤	٦٧	٢٩٦	٣٣٠	٦٣	٣٨	٤٣١
ليبيا	٥٢	١٠٧	٤٥	٢٠٤	٤٦	٦٠	١٣	١٢٤
نيجيريا	١١	-	٢٣٥	٢٤٦	٢١	٠٦	١٣٦	١٦٣
فنزويلا	١٦٧	١٦٦	٢٢	٣٥٥	١٧٣	١٢٠	١٨	٣٢٦
مجموع الاعضاء الآخرون	٦١٠ (٣٩)	٤٦١ (٢٩٦)	٤٨٧ (٣١٤)	١٥٥٨ (١٠٠)	٩٢٢ (٤٥٩)	٧٣٥ (٣٦٦)	٤٨٤ (١٧٥)	٢٠٠٨ (١٠٠)
مجموع الأوبك النسبة (%)	١٠٥١ (٣٨٨)	٤٩٢ (١٨٢)	١١٦٤ (٤٣٠)	٢٧٠٧ (١٠٠)	١٣٣٣ (٤٥١)	٨٥١ (٢٨٨)	٦١٤ (٢٠٨)	٢٩٥٩ (١٠٠)
اجالي العالم النسبة (%)	١٥٠٣٠ (٨١١)	١١٥٧ (٦٥)	١٦٩٣ (٩٥)	١٧٨٨٠ (١٠٠)	١٦٨٥٠ (٨٥١)	١٥٨٩ (٨٠)	١٢٠١ (٦١)	١٩٨٠٠ (١٠٠)
نسبة الأوبك الى العالم	٧٠	٤٢٥	٦٨٨	١٥١	٧٩	٥٣٦	٥١	١٥٠

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الأقطار المصدرة للبترول،

Oil and Gas Journal, December 28, 1981.

١٩٨٠، ١٩٨٤. و

ملاحظة: (١) بسبب عدم أخذ الانكماش في الاعتبار فان اجمالي الانتاج لا يساوي مجموع الاستخدامات المختلفة.

(٢) العلامة (-) تعني مقداراً يقل عن ٠.٥ رليون متر مكعب.

(٣) الأرقام بين قوسين تعني نسبة مئوية.

(٤) * تعني كميات تقديرية محسوبة على اساس نسبة الحقن والحرق للعالم ما عدا دول الاوبك سنة ١٩٨٠.

وكندا على ١٥٪. يوضح جدول (٨ - ٥) الطاقة التحويلية في كل من الولايات المتحدة وكندا والعالم خارج المنظومة الاشتراكية. من الملاحظ ان الكميات المنتجة من سوائل الغاز الطبيعي (الغاز الطبيعي المسال وغاز البترول المسال والغازولين الطبيعي) المنتجة في العالم خارج الدول الاشتراكية بلغت حوالي ١٢٦ مليون جالون يوميا شكلت حصة الولايات المتحدة وكندا معظمها (حوالي ٤٧٪ و ١٥٪).

جدول (٨ - ٥) : الطاقة التحويلية لاستغلال الغاز الطبيعي، ١٩٨٦.

المنطقة / الدولة	عدد المصانع	كميات الغاز المصنعة (رليون قدم ^٣ /يومياً)	الانتاج من سائل الغاز (مليون جالون / يومياً)	الطاقة القائمة (رليون قدم ^٣ /يومياً)
الولايات المتحدة	٨٦٢	٣٨ر٨ (٤٧ر١)	٥٦ر٤ (٤٤ر٨)	٧٦ر٧ (٥١ر٣)
كندا	٤٠٣	١٢ر٤ (١٥ر١)	١٧ر٤ (١٣ر٨)	٢٢ر٨ (١٥ر٣)
العالم خارج الدول الاشتراكية	١٧٤	٣١ر١ (٣٧ر٨)	٥٢ر٢ (٤١ر٤)	٤٩ر٩ (٣٣ر٤)
المجموع	١٤٣٩	٨٢ر٣	١٢٦ر٠	١٤٩ر٤

المصدر : Oil and Gas Journal, July 14, 1986

ملاحظة : تمثل هذه البيانات الوضع حسب ١/١/١٩٨٦.

بالترتيب) وذلك لسنة ١٩٨٦ . أما الدول الاخرى التي تمتلك طاقات تحويلية مهمة فهي ايطاليا (٧١٠٠ مليون قدم مكعب يوميا) والمكسيك والسعودية وفنزويلا (حوالي ٤٣٠٠ مليون قدم مكعب يوميا لكل منها) وبريطانيا (٢٠٠٠ مليون قدم مكعب يوميا) واخيرا الكويت وليبيا (حوالي ١٦٠٠ مليون قدم مكعب يوميا لكل منها) . هذا مع العلم ان استغلال الطاقة الانتاجية يعتمد على حجم الغاز المنتج والمتوافر . فالدول الخليجية بشكل عام تنخفض فيها نسب التشغيل بسبب تراجع مستويات انتاج الغاز لارتباط ذلك بانتاج النفط الذي يتم تحديده تبعا لاتفاقيات دول الاوبك الهادفة للسيطرة على اسعار النفط .

أما في مجال استخلاص الكبريت فان كندا تأتي في مقدمة دول العالم بطاقة انتاجية تبلغ ٢٨ر٤ الف طن متري / اليوم في حين تأتي الولايات المتحدة في المرتبة الثانية بحوالي ٢٦ الف طن متري / اليوم . هذا ويبلغ اجمالي الطاقات الانتاجية خارج هاتين الدولتين في مجموعها حوالي ٣٤ الف طن متري يوميا .

ج - استغلال الغاز الطبيعي تاريخيا

بدأ استغلال الغاز الطبيعي في الإنارة والتدفئة في ايطاليا إبان القرن السابع عشر، ولكن لم تأخذ هذه الصناعة أهميتها التجارية في العالم الا منذ فترة قصيرة . فقد بدأ استخدام الغاز في الولايات المتحدة منذ سنة ١٨٢١ وذلك بعد اكتشاف كميات منه في ولاية نيويورك . كان الغاز حينئذ ينقل بواسطة الأنابيب المصنوعة من الأشجار المجوفة الى المناطق المجاورة لاستخدامه في الإنارة . ولم تتسع استخدامات الغاز بسبب عدم كفاءة خطوط الأنابيب المستخدمة لارتفاع نسبة هروب الغاز منها مما كان يحذر من جدوى نقل الغاز للمناطق البعيدة . ولكن تطوير الأنابيب الحديدية سنة ١٨٧٢ ونجاحها في التخلص من مشكلات هروب الغاز كان حجر الأساس في توسع تجارة الغاز وزيادة الاعتماد عليه كمصدر للوقود .

ولقد شهدت بداية القرن العشرين دخول الأدوات المنزلية كالطباخات والمدافئ الغازية مما شجع الطلب على الغاز وبالتالي توسعت عمليات التنقيب عنه في معظم انحاء الولايات المتحدة. ونظرا للاستقرار السياسي الذي تتمتع به الولايات المتحدة فقد توسعت شبكات الأنابيب لتغطي معظم البلاد في غضون فترة قصيرة. وهناك في الوقت الحالي ما يقارب من ربع مليون ميل من انابيب الغاز وحوالي مائة شركة انابيب نقل الغاز في الولايات المتحدة.

وفي الأجزاء الاخرى من العالم لم يكن استغلال الغاز قد انتشر حتى منتصف الخمسينات، فقد بلغت حصة الولايات المتحدة في الانتاج المستغل من الغاز حوالي ٨٨٪ سنة ١٩٥٥. ولكن شهدت تلك الفترة توسع استخدامات الغاز في اوربا للاستفادة من الاحتياطيات الهائلة التي اكتشفت في هولندا. ولقرب المناطق الصناعية الاوروبية من مناطق انتاج الغاز وتوافر الاستقرار السياسي بعد الحرب العالمية الثانية بالإضافة الى النمو الكبير في الطلب على الطاقة فقد شهدت اوربا الغربية توسعا كبيرا في شبكات انابيب نقل الغاز.

وشهدت فترة الخمسينات ايضا اكتشاف الغاز بكميات ضخمة في مناطق اخرى من العالم أهمها اوربا الشرقية والاتحاد السوفيتي والشرق الاوسط. لذلك بدأت دول اوربا الشرقية بربط مناطق انتاج الغاز بالمناطق الصناعية للاستفادة من الغاز كوقود. أما منطقة الشرق الاوسط فقد شهدت نمو صناعة انتاج الغاز الطبيعي المسال للاستفادة من الكميات الهائلة من الغاز التي كانت تحرق هناك لعدم توافر فرص الاستفادة منها.

وفي الوقت الحالي يشكل الغاز الطبيعي احد أهم مصادر الطاقة التجارية حيث بلغت الكمية المستغلة منه ما يعادل ٩٧٧٣ مليون برميل مكافئ نغط سنة ١٩٨٤ في حين بلغت نسبة صادرات الغاز الى مجمل الانتاج حوالي ١٢٧٪ في تلك السنة. وتنقل الصادرات اما بواسطة الانابيب او الناقلات المصممة خصيصا لنقل الغاز المسال. وتشكل تجارة الغاز بواسطة الانابيب الحصة الكبرى من مجمل تجارة

الغاز الطبيعي ، فقد ازدادت تجارة الغاز خلال الانابيب من ٣٢ بليون قدم مكعب يوميا سنة ١٩٦٩ الى ١٥ بليون قدم مكعب يوميا سنة ١٩٨٤ . وفي المقابل بلغت كمية تجارة الغاز المسال حوالي ٥ بلايين قدم مكعب يوميا سنة ١٩٨٤ ، مقارنة مع ٠٢ بليون قدم مكعب يوميا خلال سنة ١٩٦٩ . هذا وتشكل واردات اليابان من الغاز الطبيعي المسال حوالي ٧٠٪ من اجمالي تجارة الغاز المسال وتأتي هذه الكميات بشكل رئيسي من ابوظبي والاسكا وبروني واندونيسيا وماليزيا . ولا شك في ان تمتع الغاز بصفات طبيعية وكيمائية فريدة تجعله من أقل مصادر الطاقة تلويثا للبيئة . وسوف يؤدي ذلك بالضرورة الى توسيع استخداماته المستقبلية خصوصا في ظل أوضاع سعرية ملائمة .

د - الانتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي

ان النمو المستمر في الطلب على الطاقة بشكل عام وعلى الوقود الاحفوري بشكل خاص خلال العشرين السنة الماضية أدى الى نمو انتاج الغاز الطبيعي بمعدلات مرتفعة لاشباع الطلب عليه . فقد بلغت الكمية المستغلة من اجمالي انتاج الغاز الطبيعي حوالي ١٧٦٦٧ بليون متر مكعب أي ٢٨١ مليون برميل مكافئ نفط يوميا سنة ١٩٨٥ بالمقارنة مع ٦٨٧٣ بليون متر مكعب أو ١٠٩ مليون برميل مكافئ نفط يوميا سنة ١٩٦٥ . أي ان الكمية تضاعفت مرتين ونصف خلال الفترة من ١٩٦٥ الى ١٩٨٥ كما هو واضح من جدول (٨ - ٦) ، علما بأن نسبة النمو تفاوتت بين فترة واخرى .

وفما يتعلق بتوزيع الانتاج المستغل من الغاز حسب المناطق الجغرافية ، نلاحظ من الجدول (٨ - ٦) ان حصة الولايات المتحدة في الانتاج العالمي المستغل قد انخفضت بحدة خلال الفترة من ١٩٦٥ الى ١٩٨٥ من ٦٨٢٪ الى ٣١١٪ . وفي المقابل ازدادت حصة دول التخطيط المركزي لتصل الى ٤١١٪ سنة ١٩٨٥ . كذلك الحال بالنسبة للمناطق الاخرى حيث ارتفعت حصصها في اجمالي الانتاج المستغل .

للتعرف على توزيع الانتاج من الغاز حسب الدول سنة ١٩٨٤، نستعرض جدول (٨ - ٣). يتضح من الجدول ان انتاج الاتحاد السوفيتي كان يمثل ٣٠٪

جدول (٨ - ٦) : الانتاج المستغل من الغاز الطبيعي في العالم حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

المنطقة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٤٦٨,٩ (٦٨٢)	٦٤٩,٣ (٦٢٩)	٦١٦,٥ (٤٩٥)	٦٢٠,٩ (٤٣٢)	٥٤٩,٧ (٣١١)
امريكا اللاتينية	٢٢٨ (٣٣)	٢٩٧ (٢٩)	٣٧١ (٣٠)	٦٢٧ (٤٤)	٧٦٤ (٤٣)
اوروپا الغربية	١٩٧ (٢٩)	٧٤٤ (٧٢)	١٦١,٥ (١٣٠)	١٨٠,٩ (١٢٦)	١٩٤,٣ (١١٠)
الشرق الأوسط	٤٨ (٠٧)	١٩٢ (١٩)	٣٤٢ (٢٧)	٤٠٩ (٢٩)	٦٧,٥ (٣٨)
افريقيا	٢٠ (٠٣)	٣٢ (٠٣)	١٣٣ (١١)	٢٠٢ (١٤)	٥٢٩ (٣٠)
آسيا والشرق الأقصى	٧٦ (١١)	١٠١ (١٠)	٢١٤ (١٧)	٤٦٩ (٣٣)	٨٣٩ (٤٨)
أوقيانوسيا	-	١٧ (٠٠)	٥٥ (٠٤)	١٠١ (٠٧)	١٥٩ (٠٩)
دول التخطيط المركزي	١٦١,٧ (٢٣٥)	٢٤٤,٦ (٢٣٧)	٣٣٦,٣ (٢٨٦)	٤٥٥,٣ (٣١٧)	٧٢٦,٠ (٤١١)
مجموع العالم معدل النمو (٪)	٦٨٧,٣ -	١٠٣٢,٢ (٥٠٢)	١٢٤٥,٨ (٢٠٧)	١٤٣٨,٠ (١٥٤)	١٧٦٦,٧ (٤٦)
الأوبك النسبة الى العالم (٪)	١٦٨ (٢٤)	٣٠٧ (٣٠)	٥٦٢ (٤٥)	٨٦٠ (٦٠)	١٦٠١ (٩١)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، ١٩٨٥، جدول ٤١، ص ٦٠، منظمة الاقطار المصدرة للبترول.

- ملاحظة: (١) الأرقام بين قوسين تعني نسبة مئوية الى اجمالي العالم.
(٢) الإشارة (-) تعني رقما اصغر من ٠.٥ رليون متر مكعب.
(٣) تشير معدلات النمو الى فترة خمس سنوات.

من الانتاج العالمي في حين احتلت الولايات المتحدة المركز الثاني بحصة تعادل ٢٥٪. نستنتج ايضا من الجدول ان انتاج الغاز الطبيعي منتشر بشكل كبير في العالم نظرا لمساهمة معظم الدول المالكة للاحتياطيات بالانتاج. ولكن نلاحظ انه عند مقارنة عمر الاحتياطي على اساس معدل الانتاج سنة ١٩٨٤ في جدول (٨ - ٣) ان الدول الصناعية تستنزف احتياطياتها بشكل سريع جدا بالمقارنة مع الدول النامية. نلاحظ في المقابل ان الدول العربية الاعضاء في منظمة الاوبك تتمتع بطول عمر احتياطياتها الذي يتعدى مائة سنة في معظم الاحيان مما يعكس ضخامة الكميات المتوافرة لديها وصغر حجم الانتاج الحالي. هذا ويتوقع انخفاض عمر الاحتياطي في الدول النامية مستقبلا بسبب زيادة الانتاج لاشباع النمو المستمر في الطلب. ويعني ذلك تحولا تدريجيا في مناطق الانتاج نحو الدول النامية التي تمتلك احتياطيات هامة غير مستغلة.

ولتتبع التطور في الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي نستعرض جدول (٨ - ٧) الذي يبين مقدار الاستهلاك حسب المناطق للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥. ليس هناك شك في ان الاستهلاك العالمي قد ازداد بحدة خلال الفترة المذكورة ليصل الى ١٦٥٧٤ بليون متر مكعب سنة ١٩٨٥ (حوالي ٢٦ر٤ مليون برميل مكافئ نفط يوميا). وقد جاءت الزيادة في الاستهلاك في معظمها من المناطق خارج امريكا الشمالية وخصوصا الدول الاشتراكية التي ارتفعت حصتها لتبلغ ٣٩٪ من اجمالي استهلاك العالم. كذلك الحال بالنسبة لدول اوربا الغربية التي بلغ استهلاكها حوالي ١٣٪ من مجمل استهلاك العالم.

وعند مقارنة أرقام الاحتياطي للمجموعات الجغرافية في جدول (٨ - ٢) مع الاستهلاك في جدول (٨ - ٧) نستنتج ان امريكا الشمالية تستهلك حوالي ٣٣ر٢٪ من اجمالي انتاج العالم مع العلم بأنها تمتلك ما يعادل ٨ر٥٪ من اجمالي الاحتياطيات. ولا شك ان هذا يدل على كثافة الانتاج في تلك الدولة وامكانية حدوث انخفاض حاد في كميات الغاز المتوافرة في المستقبل خصوصا اذا لم تكتشف احتياطيات جديدة. أما الدول المخططة مركزيا فان استهلاكها أكثر تناسبا مع

جدول (٨ - ٧) : الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي حسب المناطق الجغرافية،

١٩٦٥ - ١٩٨٥

(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥ (%)	١٩٧٠ (%)	١٩٧٥ (%)	١٩٨٠ (%)	١٩٨٥ (%)
امريكا الشمالية	٥٢٩٩ (٨٩٢)	٦٩٦٠ (٨١٣)	٦٥٤٣ (٦٨٣)	٦٣١٣ ٤٢٣	٥٤٩٨ (٣٣٢)
امريكا اللاتينية	٢٨٧ (٤٨)	٣٥٥ (٤٢)	٥٥٦ (٥٨)	٦١٩ (٤٢)	٧٧٧ (٤٧)
اوروبا الغربية	٢٣١ (٣٩)	٨٧٩ (١٠٣)	١٧٩٩ (١٨٧)	٢١٥٨ (١٤٥)	٢١٣٩ (١٢٩)
الشرق الأوسط	٤٩ (٠٨)	٢٢٢ (٢٦)	٣٥٠ (٣٧)	٣٩٨ (٢٧)	٤٤٧ (٢٧)
افريقيا	١٣ (٠٢)	١٨ (٠٢)	٦٨ (٠٧)	٢٠٤ (١٤)	٢٨٨ (١٧)
اسيا والشرق الاقصى	٥٩ (١٠)	١١٢ (١٣)	١٣٦ (١٤)	١٥٩ (١١)	٣٩٠ (٢٤)
أوقيانوسيا	-	١٨ (٠٢)	٥٧ (٠٦)	١١٥ (٠٨)	١٧٤ (١١)
دول التخطيط المركزي	١٦٠٩ (٢٧١)	٢٥٧٨ (٣٠١)	٣٣٤٨ (٣٤٩)	٤٧١١ (٣١٦)	٦٤٦١٦ (٣٩٠)
مجموع العالم	٥٩٣٩ (١٠٠)	٨٥٦٢ (١٠٠)	٩٥٨٦ (١٠٠)	١٤٩١٨ (١٠٠)	١٦٥٧٤ (١٠٠)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط،
الجدول ٤٢، ٥٧، ٦٠، سنة ١٩٨٤.

BP Statistical Review of the World Oil Industry, 1975 & 1986, The British Petroleum Company.

ملاحظة: (١) الإشارة (-) تعني رقما اصغر من ٠.٥ بليون متر مكعب.
(٢) تم تحويل الكميات من مليون طن مكافئ نفط الى بليون متر مكعب باستخدام
معامل التحويل ١.١٦٧ بليون متر مكعب يساوي مليون طن مكافئ نفط.

احتياطياتها حيث تستهلك ٣٩٪ من اجمالي العالم في حين تمتلك ٣٩٦٪ من احتياطيات العالم . أما الدول الاوروبية الغربية فانها تشابه مع امريكا الشمالية من حيث زيادة حصتها في الاستهلاك بالمقارنة مع حصتها في الاحتياطيات . وتشكل دول الشرق الاوسط حالة مختلفة تماما عن تلك المذكورة حيث تمتلك حوالي ٢٧٦٪ من الاحتياطي العالمي في حين يشكل استهلاكها ٢٧٪ من الاستهلاك العالمي .

يوضح جدول (٨ - ٨) الانتاج المستغل والصادرات والواردات والاستهلاك حسب اهم الدول وذلك لسنة ١٩٨٤ . نستدل من الاحصائية المبينة ان الولايات المتحدة وكندا والاتحاد السوفيتي والمانيا الغربية وهولندا واليابان ورومانيا تعتبر من اكبر الدول المستهلكة للغاز في العالم . حيث بلغت حصة كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي حوالي ٣٠٪ لكل منها في حين بلغت حصة كندا والمانيا الغربية حوالي ٣٤٪ و٣٢٪ بالترتيب . وبالنسبة لبقية دول العالم بلغت نسبة مجموع استهلاكها الى العالم حوالي ١٣٣٪ فقط .

هـ - تجارة الغاز الطبيعي

نستعرض في هذا الجزء تطور تجارة الغاز الطبيعي (Natural Gas Trade) للفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ واهم الدول المصدرة، ننتقل بعد ذلك الى الحديث عن معوقات نمو تجارة الغاز على الرغم من توافر الظروف الملائمة بسبب التطورات السعرية في السوق النفطية التي شكلت حافزا قويا لنمو الطلب على الغاز. نتحدث أخيرا عن أنماط تسعير الغاز وطبيعة العقود المستخدمة في اتفاقيات تجارة الغاز.

(هـ - ١) تطور تجارة الغاز الطبيعي :

سبق أن ذكرنا ان تجارة الغاز الطبيعي تتم إما عن طريق الانابيب حيث ينقل الغاز عبر المناطق الى اماكن استهلاكه او بواسطة الناقلات المصممة خصيصا لنقل الغاز المسال .

جدول (٨ - ٨) : نسبة الواردات الى الاستهلاك الكلي
من الغاز الطبيعي حسب أهم الدول، ١٩٨٤ .
(بليون متر مكعب)

الدولة	الانتاج المستغل	المصادر	الواردات	الاستهلاك	الواردات الى الانتاج %	الصادرات الى
امريكا الشمالية والجنوبية	٦٤٣ر٢	٢٦ر٥	٢٦ر٨	٦٤٣ر٥	٤ر٢	٤ر٢
كندا	٧٨ر٢	٢١ر٤	-	٥٦ر٨	صفر	٢٧ر٤
الولايات المتحدة	٤٨٧ر٥	١ر٦	٢٤ر٤	٥١٠ر٣	٤ر٨	٠ر٣
المكسيك	٢٩ر٤	١ر٣	٠ر٢	٢٨ر٣	٠ر٧	٤ر٤
فنزويلا	١٧ر٣	-	-	١٧ر٣	صفر	صفر
اوروجوا الغربية	١٨٧ر٣	٦٥ر٠	١١٧ر١	٢٣٩ر٤	٤٨ر٩	٣٤ر٧
المانيا الغربية	١٨ر٦	١ر١	٣٦ر٦	٥٤ر١	٦٧ر٧	٥ر٩
هولندا	٧٥ر١	٣٧ر٣	٣ر٠	٤٠ر٨	٧ر٤	٤٩ر٧
النرويج	٢٧ر٣	٢٦ر٤	-	٠ر٩	صفر	٩٦ر٧
بريطانيا	٤٠ر٢	-	١٣ر٨	٥٤ر٠	٢٥ر٦	صفر
الاتحاد السوفيتي واوروبا الشرقية	٦٥١ر٣	٦٦ر٢	٣٥ر٣	٦٢٠ر٤	٥ر٧	١٠ر٢
المانيا الشرقية	١٢ر٤	-	٦ر٧	١٩ر١	٣٥ر١	صفر
رومانيا	٣٧ر٩	٠ر٢	١ر٨	٣٩ر٥	٤ر٦	٠ر٥
الاتحاد السوفيتي	٥٨٧ر٠	٦٦ر٠	٢ر٣	٥٢٣ر٣	٠ر٤	١١ر٢
الشرق الاوسط وافريقيا	٩٣ر٠	٢٣ر٥	٠ر٢	٦٩ر٧	٠ر٣	٢٥ر٣
الجزائر	٣٥ر٠	١٩ر٦	-	١٥ر٤	صفر	٥٦ر٠
ايران	١٣ر٥	-	-	١٣ر٥	صفر	صفر
السعودية	٧ر٢	-	-	٧ر٢	صفر	صفر
الشرق الاقصى وآسيا	١١٠ر١	٣٣ر١	٣٥ر٠	١١٢ر٠	٣١ر٣	٣٠ر١
استراليا	١١ر٤	-	-	١١ر٤	صفر	صفر
الصين	١٨ر٠	-	-	١٨ر٠	صفر	صفر
ايندونيسيا	٣٣ر٠	١٩ر٠	-	١٤ر٠	صفر	٥٧ر٦
اليابان	٢ر٤	-	٣٥ر٠	٣٧ر٤	٩٣ر٦	صفر
الدول الأخرى	١٥٣ر٦	٢٠ر٥	٩٠ر٦	٢٢٣ر٧	٤٠ر٥	١٣ر٣
العالم	١٦٨٥ر٠	٢١٤ر٤	٢١٤ر٤	١٦٨٥ر٠	١٢ر٧	١٢ر٧

المصدر: التقرير الاحصائي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط، الجداول
٤٢، ٥٧، ٦٠ سنة ١٩٨٤ .

ملاحظة: (١) الاستهلاك محسوب على اساس مجموع الانتاج المستغل زائد الواردات ناقص
الصادرات.

وقبل ان نتطرق الى اهمية كل من هاتين الطريقتين في تجارة الغاز، نستعرض تطور صادرات الغاز خلال الفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥ حسب المناطق الجغرافية المختلفة كما هو موضح في جدول (٨ - ٩) . يتبين من الجدول المذكوران صادرات الغاز قد توسعت بمقدار كبير لتصل الى ٢٣٢٩ مليون متر مكعب سنة ١٩٨٥ . أي أن معدل النمو بلغ ما يقارب ١٥٪ سنويا خلال الفترة المذكورة . ولكن من حيث الكمية المطلقة فان هذه الصادرات تعادل ٣٨ مليون برميل مكافئ نفط يوميا ، ويعتبر هذا الرقم صغيرا جدا بالمقارنة مع الصادرات النفطية . وقد جاءت الاضافات للمصادر من معظم المناطق ولكن بنسب مختلفة حيث توسعت صادرات دول التخطيط المركزي بمقدار هائل في حين كانت الزيادة في صادرات افريقيا وآسيا والشرق الاقصى مهمة . وفي المقابل انخفضت صادرات كل من امريكا الشمالية والشرق الاوسط بعد سنة ١٩٧٥ بسبب انخفاض الانتاج في هاتين المنطقتين ولاسباب مختلفة ، حيث يعود السبب في انخفاض الانتاج في الشرق الاوسط الى تراجع انتاج النفط تحت نظام تحديد حصص الانتاج داخل منظمة الاوبك . أما الانخفاض في انتاج الغاز داخل الولايات المتحدة فقد كان بسبب القيود السعرية على الغاز الناتجة من تطبيق قوانين تنظيم الصناعة مما قلل من ربحية الاستثمار في انتاج الغاز وبالتالي تراجع جهود التطوير والمحافظة على مستويات الانتاج .

وفيا يتعلق بأهمية صادرات كل منطقة الى المجموع ، فانه من الواضح ان دول التخطيط المركزي واوروبا الغربية جاءت في المقدمة بنسبة ٣٠٫٤٪ في حين احتلت منطقة اسيا والشرق الاقصى المرتبة الثالثة بنسبة ١٥٫٢٪ وذلك سنة ١٩٨٥ . اما امريكا الشمالية فان دورها في الصادرات قد انخفض على مدى الفترة المذكورة من ٨٠٫٢٪ الى ١١٫٩٪ فقط .

وبالنسبة لدول الاوبك فانها تسهم بحوالي ١٩٫٨٪ من اجمالي صادرات العالم من الغاز الطبيعي . فقد جاءت الجزائر في مقدمة دول الاوبك المصدرة للغاز كما هو

جدول (٨ - ٩) : صادرات العالم من الغاز الطبيعي
حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥.
(بليون متر مكعب)

المنطقة	١٩٦٥ (%)	١٩٧٠ (%)	١٩٧٥ (%)	١٩٨٠ (%)	١٩٨٥ (%)
امريكا الشمالية	١٢٢ (٨٠٢)	٢٤٠ (٥٤٥)	٢٨٩ (٢٤٠)	٢٣٩ (١٢٥)	٢٧٦ (١١٩)
امريكا اللاتينية	١٥ (٩٨)	١٢ (٢٧)	١٤ (١٢)	٤٩ (٢٦)	٢٢ (٠٩)
اوروپا الغربية	-	١٠٩ (٢٤٧)	٤٩٠ (٤٠٦)	٧٤٨ (٣٩٢)	٧٠٩ (٣٠٤)
الشرق الأوسط	-	٩ (٢٠)	٩٦ (٧٩)	٢٨ (١٥)	٣٠ (١٣)
افريقيا	٠٩ (٥٨)	١٥ (٣٥)	٦٧ (٥٦)	٨٥ (٤٤)	٢٢٨ (٩٨)
اسيا والشرق الأقصى	١ (٠٤)	٢٤ (٥٤)	٧٦ (٦٣)	٢٢٥ (١١٨)	٣٥٥ (١٥٢)
أوقيانوسيا	-	-	-	-	-
دول التخطيط المركزي	٥ (٣٦)	٣٢ (٧٣)	١٧٣ (١٤٣)	٥٣٤ (٢٨٠)	٧٠٨ (٣٠٤)
العالم	١٥٢ (١٠٠)	٤٤١ (١٠٠)	١٢٠٤ (١٠٠)	١٩١٠ (١٠٠)	٢٣٢٩ (١٠٠)
الأوبك	٠٨ (٥٨)	٢٤ (٥٤)	١٦٣ (١٣٥)	٢٢٨ (١١٩)	٤٦١ (١٩٨)

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار المصدرة للنفط،
ص ٣٣، جدول ٣٢، سنة ١٩٨٥.
ملاحظة: (-) تعني مقدارا اصغر من ٠.٥ بليون متر مكعب أو اصغر.

واضح من جدول (٨ - ١٠) في حين احتلت اندونيسيا المركز الثاني ودولة الامارات المركز الثالث. والملاحظ ان صادرات الأوبك من الغاز الطبيعي قد ازدادت بمقدار كبير خلال الفترة ١٩٦٥ - ١٩٨٥.

جدول (٨ - ١٠) : صادرات دول الأوبك من الغاز الطبيعي،
١٩٦٥ - ١٩٨٥.
(بليون متر مكعب)

الدولة	١٩٦٥	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
الجزائر	٠.٩	١.٥	٣.٤	٦.٣	٢١.٤
اندونيسيا	-	-	-	١١.٤	٢٠.٣
ايران	-	٠.٩	٩.٦	٠.٢	-
ليبيا	-	-	٣.٣	٢.١	١.٣
الامارات	-	-	-	٢.٦	٣.٠
مجموع الأوبك	٠.٩	٢.٤	١٦.٣	٢٢.٨	٤٦.١

المصدر: التقرير الاحصائي السنوي للأوبك، منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط، ص ٣٢، جدول ٣١، سنة ١٩٨٥.

ملاحظة: الإشارة (-) تعني مقداراً اصغر من ٠.٥ بليون متر مكعب أو اصغر.

ولمقارنة الدول على اساس قدرتها التصديرية ومدى اعتمادها على الاستيراد نستعرض جدول (٨ - ٨). في هذا الجدول تستخدم نسبة الواردات الى الاستهلاك مؤشراً على مدى اعتماد الدولة او المنطقة على التجارة الدولية للحصول على حاجاتها من الغاز الطبيعي في حين تستخدم نسبة الصادرات الى الانتاج للتعرف على اهمية تلك الدول في عرض الغاز الطبيعي.

من الواضح ان اوربوا الغربية ومنطقة اسيا والشرق الأقصى تعتمدان بشكل رئيسي على تجارة الغاز حيث تبلغ حصة الواردات في الاستهلاك في هاتين المنطقتين حوالي ٤٨.٩٪ و ٣١.٣٪ بالترتيب. وتأتي المانيا الغربية وبريطانيا في مقدمة دول اوربوا الغربية في الاعتماد على تجارة الغاز في حين تعتبر اليابان اكثر

الدول اعتمادا على الواردات في منطقة اسيا . وبالنسبة للمناطق الاخرى فانها تتمتع بنوع من الاكتفاء الذاتي حيث تشكل وارداتها نسبة ضئيلة من اجمالي استهلاكها ولكن ذلك لا يعني عدم وجود مقدار مهم من التجارة البينية داخل هذه المناطق . فعلى سبيل المثال تعتمد المانيا الشرقية على الواردات لتغطية ٣٥١٪ من استهلاكها ولكنها تستوفي معظم هذه الكمية من الدول الاشتراكية المجاورة .

في جانب العرض نستدل من مؤشر نسبة الصادرات في الانتاج المستغل ان كندا وهولندا والنرويج والاتحاد السوفيتي والجزائر واندونيسيا تعتبر من اهم الدول المصدرة للغاز الطبيعي . ولا شك ان هناك تركزا كبيرا في عرض الغاز الطبيعي الداخل في التجارة الدولية ، حيث ان صادرات الدول المذكورة اعلاه وعددها ست فقط تبلغ حوالي ٨٨٫٥٪ من اجمالي صادرات العالم . ونشير هنا الى انه على المستوى العالمي نلاحظ ان تجارة الغاز الطبيعي تشكل ١٢٫٧٪ فقط من الاستهلاك العالمي (أو الانتاج المستغل) ، وتعتبر هذه النسبة ضئيلة اذا ما قورنت مع حجم التجارة في النفط الخام الى اجمالي الاستهلاك العالمي الذي بلغ حوالي ٤٠٪ في تلك السنة . هذا بالاضافة الى اختلاف نمط التجارة حيث تتميز تجارة الغاز بتركزها في عدد كبير من الدول الصناعية وعدد محدود من الدول النامية في حين تتركز تجارة النفط الخام بشكل عام في الدول النامية كنقاط تصدير والدول الصناعية كأهم مراكز الاستهلاك .

(هـ - ٢) تكاليف النقل بالانابيب والناقلات :

ان اختيار وسيلة نقل الغاز الطبيعي في التجارة تعتبر عاملا مهما في تقرير القدرة التنافسية للغاز بالمقارنة مع مصادر الطاقة الاخرى . وعموما ، تتفاوت الاراء في مدى أفضلية الانابيب بالمقارنة مع الناقلات ولكن بشكل عام يرى المحللون ان نقل الغاز بواسطة الانابيب اكثر جاذبية للمسافات التي تقل عن ٦٥٠٠ كيلومتر في حين تصبح الناقلات ذات جدوى للمسافات الاطول من ذلك ، مع العلم انه يفترض توفر الظروف السياسية الملائمة لخير الانابيب . ولاعطاء فكرة عن مكونات التكاليف في كلتا الحالتين نستعرض جدول (٨ - ١١) الذي يوضح ذلك

جدول (٨ - ١١) : مكونات تكاليف نقل الغاز الطبيعي بواسطة الأنابيب
والناقلات : حالة فرنسا .

الناقلات المبردة	دولار/ مليون ب.ت. يو.	الأنابيب	دولار/ مليون ب.ت. يو.
تكلفة الإنتاج	١٠٢٤ - ١٠٥	تكلفة الإنتاج	١٠٢٤ - ١٠٥
تكلفة النقل إلى بناء التصدير	٠٣٥	تكلفة النقل إلى بناء التصدير	٠٣٥
تكلفة التسييل (حدود الدولة للصنعة)	١٠٥		
تكلفة النقل :	٠٥٢	تكلفة النقل (عبر الحدود الدولية)	
(أ) المسافة ٢٠٠٠ كم وأقل		(أ) المسافة ٢٠٠٠ كم وأقل	٠٤٩
(ب) المسافة ١٣ ألف كم فأكثر	١٤٠	(ب) المسافة ١٠ آلاف كم فأكثر	٣٨٤
تكلفة التوزيع (حدود الدولة المستوردة)	٠٣٥	تكلفة النقل (داخل الدولة المستوردة)	٠٣٥
تكلفة التخزين (داخل الدولة المستوردة)	٠٢١		
تكلفة التوزيع : (أ) مستهلك صناعي	٠١٨	تكلفة التوزيع : (أ) مستهلك صناعي	٠١٨
(ب) مستهلك محلي	١٢٣	(ب) مستهلك محلي	١٢٣

المصدر : Jacques Percebios, «Gas Market Prospects and Relationship with Oil Prices»,
Energy Policy, August 1986, Page 334.

في حالة فرنسا . ان مجمل التكاليف في حالة الانابيب للمسافات القصيرة (اقل من ٢٠٠٠ كيلومتر) تبلغ ٢٦٦ - ٣٤٧ دولار لكل مليون وحدة (ب ت يو) في حين تبلغ التكلفة في حالة المسافات الطويلة (اطول من ١٠ آلاف كيلومتر) حوالي ٦٠١ - ٨٢٢ دولار لكل مليون (ب ت يو) وذلك للمستهلك المحلي . أما نقل الغاز بواسطة الناقلات المخصصة لهذا الغرض فان التكاليف الاجمالية للمسافات القصيرة هي ٣٩٥ - ٤٧٦ دولار لكل مليون (ب ت يو) و ٤٨٣ - ٥٦٤ دولار لكل مليون (ب ت يو) للمسافات الطويلة (اطول من ١٣ الف كم) وذلك للمستهلكين المحليين . وتنخفض هذه التكاليف في حالة المستهلكين في القطاع الصناعي .

وبالنسبة لأهمية كل من الناقلات والانابيب في تجارة الغاز الطبيعي فانه يمكن القول بأن ارتفاع التكاليف المرافقة لبناء الناقلات المخصصة لنقل الغاز الطبيعي المسال أو غاز البترول المسال وما تتطلبه هذه السوائل من تخفيض في درجات حرارتها التي تصل الى ١٦١ درجة مئوية تحت الصفر ولا بقاء الغاز عند حجمه المضغوط الذي يصل الى ١٦٠ ر من حجمه الاصلي (أو الى ٦٢٥) كل ذلك يشكل عائقا كبيرا امام توسع التجارة بواسطة الناقلات . ففي حين بلغت الصادرات من الغاز الطبيعي سنة ١٩٨٣ حوالي ١٩٦٣ بليون متر مكعب فان الكمية المنقولة بواسطة الناقلات بلغت ٤٢ بليون متر مكعب (بنسبة ٢١٪) وذلك على شكل غاز طبيعي مسال . وجاءت الجزائر في مقدمة الدول المصدرة للغاز الطبيعي المسال وذلك بكمية تعادل ١٦٤ بليون متر مكعب في حين جاءت اندونيسيا في المرتبة الثانية بمقدار ١٣٥ بليون متر مكعب . أما بروني والامارات العربية فقد كانتا في المرتبة الثالثة والرابعة وكميات ٩٠ و ٦٠ بليون متر مكعب على التوالي . أما الدول المصدرة للغاز بواسطة الانابيب فهي كندا وهولندا والنرويج والولايات المتحدة واخيرا الاتحاد السوفيتي .

والملاحظ في تجارة الغاز الطبيعي ان عددا محدودا من الدول يسهم في الجزء الاعظم من الصادرات كما أشرنا الى ذلك سابقا . فعلى سبيل المثال شكلت حصص أهم تسع دول وهي كندا والولايات المتحدة وهولندا والنرويج والاتحاد السوفيتي والامارات والجزائر وليبيا واندونيسيا حوالي ٩١٪ من اجمالي التجارة العالمية للغاز سنة ١٩٨٣ .

(هـ - ٣) معوقات نمو تجارة الغاز الطبيعي :

ان التطورات السعيرية في السوق النفطية ابتداء من سنة ١٩٧٣ ، بالإضافة الى الصفات المميزة للغاز الطبيعي جعلت المهتمين بأمور الطاقة يتوقعون دورا رائدا للغاز الطبيعي في المستقبل . ولكن هذه التوقعات لم تتحقق ولم تزد أهمية الغاز الطبيعي في الاستهلاك العالمي من الطاقة الا بمقدار ضئيل كما هو واضح من جدول (٨ - ١٢) . فقد ارتفعت نسبة الغاز في الاستهلاك العالمي من الطاقة من

جدول (٨ - ١٢) : نسبة استهلاك الغاز الطبيعي الى مجموع استهلاك الطاقة في العالم حسب المناطق ، ١٩٧٠ - ١٩٨٥ .
(نسبة مئوية)

المنطقة	١٩٧٠	١٩٧٥	١٩٨٠	١٩٨٥
امريكا الشمالية	٣٢	٢٨٫٨	٢٦٫٢	٢٤٫٤
اوروبا الغربية	٦	١٣	١٤٫٤	١٥٫٦
اليابان	١	٢٫٣	٦٫١	٩٫٩
الدول الاشتراكية	١٤	١٥٫٨	١٩٫٠	٢٢٫٤
الدول النامية	١٢	١١٫٥	١٢٫٢	١٥٫٦
مجموع العالم	١٨	١٧٫٣	١٨٫٦	٢٠٫١

المصدر: جدول (٢ - ٥) من الفصل الثاني.

١٨٪ سنة ١٩٧٠ الى ٢٠٫١٪ سنة ١٩٨٥ . هذا وتتفاوت حصة الغاز في اجمالي استهلاك الطاقة من منطقة الى اخرى ، حيث بلغت ٢٤٫٤٪ في امريكا الشمالية و٢٢٫٤٪ في الدول الاشتراكية في حين شكلت ٩٫٩٪ فقط في اليابان وذلك لسنة ١٩٨٥ . والملاحظ ايضا ان حصة الغاز انخفضت في الولايات المتحدة خلال الفترة المذكورة الا انها ارتفعت بشدة في اليابان والدول الاشتراكية . أما الاسباب التي تعوق تحسن حصة الغاز وأخذ الدور الرائد الذي يتناسب مع حجم احتياطياته فانها تنبع من المعوقات التي تواجهها صناعة استغلال الغاز الطبيعي والتي تلخص في الآتي :

أولاً : مشكلة الحجم : تمتاز صناعة الغاز الطبيعي بكثافة رأسمالية عالية جدا بسبب الحاجة الى استثمارات ضخمة في شبكات الانابيب في مرحلتي التجميع والتوزيع وذلك للتأكد من توافر الكميات اللازمة من الغاز لاستيفاء الطلب

والاستفادة من اقتصاديات الحجم التي تتميز بها الانابيب. نذكر على سبيل المثال ان التكلفة المقدرة لمشروع الغاز السعودي المسمى نظام الغاز الرئيسي هي ١٥ بليون دولار في حين بلغت كلفة مشروع انابيب الغازيين الاسكا والجزء الشمالي الغربي من الولايات المتحدة حوالي ٤٠ بليون دولار.

ثانيا: مشكلة النقل: ان تكاليف نقل الغاز أعلى بكثير من تكاليف نقل النفط فقد تم تقدير تكاليف نقل الغاز على اساس المحتوى الحراري بما يساوي ضعف تكاليف نقل النفط في حالة الانابيب. أما بواسطة الناقلات المخصصة لنقل الغاز الطبيعي المسال فان تكاليف النقل تقدر بحوالي أربعة أضعاف تكاليف نقل النفط. لذا يمكن القول ان مفتاح الاستخدام التجاري للغاز الطبيعي يكمن في اقتصاديات النقل.

ثالثا: الحاجة الى منشآت متخصصة: نظرا لأهمية مقادير الغاز الطبيعي المسال في الصادرات فان هناك حاجة لاقامة منشآت متخصصة لإسالة الغاز في بلد التصدير واخرى لتحويله الى غاز في بلد الاستيراد. لذلك فان التسويق غير مرن بسبب ما تتطلبه عملية الاستثمار في هذه المنشآت من عقود طويلة الامد لتحقيق الجدوى الاقتصادية لهذا النوع من المشاريع.

رابعا: عدم توافر الاحتياطيات بسهولة: ان معظم احتياطيات الغاز الطبيعي موجودة في مناطق بعيدة ووعرة اوفي الدول النامية التي تفتقد المشاريع التحتية الضرورية في حين يتركز الطلب على الغاز في الدول الصناعية. ويؤدي هذا التفاوت الى رفع تكاليف استغلال الغاز مما يحد من الجدوى الاقتصادية.

خامسا: عدم توافر الاستقرار: بسبب التقلبات الحادة في اسعار مصادر الطاقة وخصوصا النفط وكذلك وجود خلافات سياسية فان احتمال الوصول الى عقود طويلة الاجل يبدو بعيدا. حيث ان الاسعار المستقبلية لمصادر الطاقة ومخاطر توقف عمليات الشحن في المستقبل بسبب الخلافات يجعل من المحتمل حدوث خسائر باهظة.

وبالنسبة لتجارة الغاز عبر الانابيب فانها تتطلب توافر الاستقرار السياسي في الدول التي تمر فيها خطوط الانابيب كشرط اساسي لتوافر الجدوى الاقتصادية.

ونظرا لان ٨٠٪ من تجارة الغاز تمت عبر الانابيب سنة ١٩٨٣ فان احتمالات زيادة استخدام الانابيب غير واردة الا في حالات قليلة جدا . لذلك فان الزيادات المتوقعة يجب ان تعتمد على الناقلات وهذا يجعل امكانات النمو في تجارة الغاز متحفظة لما تواجهه هذه الصناعة من معوقات عديدة سبق ذكرها .

سادسا : حساسية السوق محليا وعالميا : ان حساسية سوق الغاز نابعة من وجود عدد كبير من البدائل في استخداماته وضيق السوق مما يحد من احتمالات قيام ونمو الصناعة . فتركز استخدامات الغاز الطبيعي في الصناعة والقطاع المنزلي كوقود يجعله عرضة للمنافسة الشديدة من الفحم وزيت الوقود والغاز والكهرباء مما يحتم تسعيره بصورة تنافسية ، لكي يستطيع منافسة هذه البدائل . ولكن تسعير الغاز الطبيعي بهذه الصورة يقلل من فرص نمو هذه الصناعة لعدم وجود حافز اقتصادي كاف للقيام بالاستثمارات الضرورية ، خصوصا واننا سبق وأن أشرنا الى ان الاستثمارات الضرورية للاستفادة من احتياطات الغاز كبيرة جدا مما يتطلب عائدا مجزيا لتبريرها .

وفيما يتعلق بضيق السوق فان ذلك نتيجة مباشرة لخواص هذه الصناعة والتي اهمها ضرورة توافر المنشآت المتخصصة وتوافر التقنية اللازمة في البلد المستورد للغاز بالاضافة الى وجود عدد كاف من المستهلكين الراغبين في استخدام الغاز . ولا شك ان الدول الصناعية هي الوحيدة التي تمتلك الموارد الضرورية لانشاء هذه المنشآت بالاضافة الى اتساع اسواقها مما يساعد في وجود اعداد كبيرة من المستهلكين . لذا فان احتمالات نمو صناعة الغاز تتركز في هذه الدول في المستقبل القريب . ويشكل العائق الوحيد امام توسع صناعة الغاز في الدول الغربية الصناعية خلال السنوات القادمة احتمالات تباطؤ معدلات النمو الاقتصادي في هذه الدول كما هو متوقع من جانب سكرتارية منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية .

وللتغلب على هذه المعوقات هناك اتجاه جديد يعطي بعض الامل في اتساع نطاق تجارة الغاز مستقبلا . يعتمد هذا الاتجاه على تحويل الغاز الطبيعي الى ميثانول (Methanol) او ما يسمى بالكحول الميثيلي . حيث تمتاز هذه الطريقة بكونها

عديمة المخاطر ولا تتطلب تكاليف رأسمالية عالية ولو انها تؤدي الى فقدان حوالي ٤٠٪ من المحتوى الحراري للغاز مقارنة مع ٢٥٪ في حالة التسييل والتحويل الى غاز. يستخدم الميثانول عموما بسهولة كوقود للسيارات (بعد اجراء تعديلات على الآلات) او لانتاج الكهرباء او كلقيم في الصناعات البتر وكيماوية المختلفة. ويحتمل أن يلعب الميثانول دورا مهما في المستقبل مع تقدم طرق تصنيعه وانخفاض تكاليف انتاجه، خاصة وان هذه الطريقة تتيح استغلال الكميات الهائلة من الغاز الطبيعي المتوافرة في العالم وبالذات الاحتياطيات المركزة في الدول النامية أو تلك الموجودة في المناطق النائية .

(هـ - ٤) أنماط تسعير الغاز الطبيعي (Natural Gas Pricing) :

ان محدودية عدد المشاركين في تجارة الغاز وضالة الكميات المصدرة مقارنة مع الكميات المنتجة بالاضافة الى عدم وجود اسواق تتحدد فيها اسعار الغاز كل ذلك يجعل من الصعب تسعير الغاز. لذلك فانه عادة ما تتم عملية التسعير من خلال اتفاقيات ثنائية (Bilateral Agreements) بين البائع والمشتري مع الأخذ بالاعتبار الظروف السائدة في أسواق الطاقة، حيث ان الطلب على الغاز الطبيعي خاصة للاستخدامات الصناعية يمتاز بمرونته السعرية المرتفعة مقارنة مع تلك للنفط الخام بسبب عدم حيازته لاستخدامات محددة كما هي الحال بالنسبة للنفط. فالغاز يتنافس مباشرة مع زيت الغاز والفحم وزيت الوقود والكهرباء كمصدر للوقود وبالتالي يتعرض للمنافسة الشديدة من هذه البدائل مما يحتم تسعيره بالشكل المناسب لضمان محافظته على حصته في السوق.

عموما، تشمل العقود الثنائية المتعلقة بتجارة الغاز الطبيعي عدة بنود اساسية

اهمها :

أولا : مدة العقد وهي تتفاوت من عقد الى اخر ولكنها تصل الى ٢٠ أو ٢٥ سنة .
ثانيا : الكمية المتعاقد عليها وتشمل فقرة (خذ او ادفع) ، وهي تمثل نوعا من التأمين للبائع لضمان الحصول على مقدار معين من الايرادات من خلال فرض حد أدنى للكميات التي يجب شراؤها . لا شك ان الكمية الاجبارية المتفق عليها تحدد مدى مرونة العقد من وجهة نظر المشتري . ويمكن القول بأن العقود

الاوروبية تمتاز عن غيرها بمرونتها الكبيرة في حين تكون عقود الجزائر مع الدول الاوروبية اكثر تشددا .

ثالثا : يحدد السعر الاساسي على شكل وحدة نقدية لكل مليون (ب ت يو)، وعادة ما يتطلب تحديد السعر الاساسي محادثات مطولة .

رابعا : يتم تحديد نوع النقد المستخدم في عمليات الدفع وعادة ما يكون بالدولار . بدأت حديثا بعض الدول الاوروبية تفرض شروط القبول باستخدام نقدها الخاص كما هي الحال مع فرنسا والمانيا الغربية في اتفاقياتها مع الاتحاد السوفيتي . خامسا : يتضمن العقد شروط اعادة التفاوض وتكون على اساس فترة سنتين الى ثلاث سنوات وتهدف الى اعطاء جانبي العقد فرصة تعديل بعض المواد تبعا للظروف المستجدة في اسواق الطاقة .

سادسا : رقم قياسي للاسعار يعتمد على البدائل المتوافرة للغاز اوعلى اساس النفط الخام . هذا يستخدم الرقم القياسي في تعديل سعر البيع من فترة الى اخرى (ربع أو نصف سنة) ، وقد يحتوي الرقم القياسي على متغيرات اخرى كالنضخم . ومنذ سنة ١٩٨١ اصبح الرقم القياسي يعتمد على سلة من النفط وقد كان ذلك بمثابة نجاح كبير للدول المصدرة للغاز في سعيها للتوفيق بين سعر النفط الخام والغاز الطبيعي على اساس المحتوى الحراري لكل منها .

وحتى نتعرف على كيفية تحديد سعر الاساس في العقد، نشير الى ان المحادثات التي تتناول هذا الموضوع تتركز اساسا على وجهتي نظر مختلفتين . فالدول المستوردة عادة ما تطالب بضرورة تسعير الغاز الطبيعي بشكل تنافسي مع بدائله وهي في الوقت الحاضر زيت الغاز وزيت الوقود والفحم بشكل اساسي . ولما كانت هذه البدائل منخفضة الاثمان فان هذه الدول تطالب بتحديد سعر منخفض للغاز لكي تتمكن من اختراق اسواق هذه البدائل . وفي المقابل تشير الدول المصدرة الى ان الغاز الطبيعي يعتبر من انظف اصناف الوقود واكثرها مرونة في الاستخدام مما يتطلب تسعيره على اساس المحتوى الحراري مقارنة مع النفط الخام مع اضافة مكافأة تعكس نظافة الوقود .

يتضح من الحديث السابق ان هناك نمطين لتسعير الغاز الطبيعي في السوق والفرق بينهما ناتج عن كيفية توزيع الربح الاقتصادي بين طرفي العقد. ونستعرض فيما يلي هذين النمطين باختصار.

النمط الاول: التسعير على اساس التكافؤ مع النفط (Parity with Oil Pricing)

يفضل المنتجون هذه الطريقة، وهي تعتمد على تسعير الغاز الطبيعي على اساس المحتوى الحراري مقارنة مع اسعار فوب للنفط الخام. ويرى المنتجون ان هذا النمط التسعيري يعرضهم عن تكاليف الانتاج والتجميع بالاضافة الى تكلفة الفرصة المصاحبة لانتاج الغاز الطبيعي الذي يعتبر موردا ناضبا. اضافة الى ذلك فان هذا النظام التسعيري يفترض انه ليس من واجب المصدرين تحمل جزء من تكاليف المراحل اللاحقة من تجارة الغاز لكونها تقع ضمن مسؤوليات المستوردين والمستهلكين.

النمط الثاني: التسعير الارجاعي (Net Back Pricing)

يفضل مستوردو الغاز هذا النمط التسعيري لاهتمامهم بالتكلفة النهائية للغاز مقارنة مع اصناف الوقود الاخرى المتوفرة، لذا فانهم يعارضون النمط التسعيري المقترح من جانب المنتجين على اساس ان الغاز الطبيعي ليس بديلا للنفط الخام بل للمنتجات النفطية الرديئة نسبيا (زيت الوقود وزيت الغاز) بالاضافة الى الفحم والكهرباء. وبما ان هذه البدائل متوفرة وتمتاز بانخفاض اثمانها فان من الضروري تسعير الغاز بشكل تنافسي مع هذه المصادر. ويجادل المستوردون بأن فرض اسعار مرتفعة للغاز الطبيعي يحد من امكانية دخوله للأسواق وخصوصا للاحلال محل زيت الوقود الذي يمتاز بانخفاض ثمنه مقارنة مع النفط الخام. ونظرا لعدم وجود طلب مقيد على الغاز فان ارتفاع اسعاره يمنع بالضرورة التوسع المستقبلي في استخداماته.

وينص هذا النمط التسعيري على تحديد سعر الغاز الذي يحصل عليه المصدرون من خلال تبني سعر نهائي للغاز اعتمادا على البدائل المتوافرة له ومن ثم الرجوع الى الخلف عبر سلسلة تجارة الغاز وطرح تكاليف التوزيع والتخزين والتغويز والنقل (سواء بالانابيب والناقلات) للوصول الى سعر الغاز عند ميناء التصدير (سعر فوب للغاز). ويمثل هذا السعر اقصى ما يمكن دفعه للمصدرين نظير الحصول على الغاز الطبيعي منهم.

واعتمادا على هذا النمط التسعيري طرحت منظمة الطاقة الدولية (IEA) المنبثقة من منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) سنة ١٩٨١ سعرا يعادل ٢٦٢ - ٣٠٥ دولار لكل مليون وحدة (ب ت يو) كسعر مثالي للغاز الجزائري المنقول عبر الانابيب و٢٠ - ٣٦٣ دولار لكل مليون (ب ت يو) للغاز المنقول بواسطة الناقلات. وفي ذلك الحين كانت الجزائر تبيع الغاز على اساس سعري يعادل ٤٣٥ - ٥٢٨ دولار لكل مليون (ب ت يو) مع اصرارها على ان السعر الامثل هو ٦٠٧ دولار لكل مليون (ب ت يو) مما يضع الغاز على قدم المساواة مع النفط الخام الذي كان سعره آنذاك ٣٤ دولارا للبرميل.

ولا شك ان الفرق بين هذين النمطين من التسعير يعكس مدى الاهمية المعطاة لجانبى الصناعة. فالنمط الاول يركز على المرحلة العليا في حين يفضل النمط الثاني المرحلة اللاحقة. وعموما، تكون الاسعار المتفق عليها في عقود تجارة الغاز ما بين هذين السعيرين مع اقتراب السعر من الحد الاعلى في حالات الشح في امدادات الطاقة وهيمنة البائعين في حين ينخفض السعر للحد الأدنى في حالات ضعف الطلب على الطاقة وتوافر الامدادات.

مراجع الفصل الثامن

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- E.N. Tirtsoo, Natural Gas, Scientific Press Ltd., England, Third Edition, 1979.
- Manfred Grathwohl, World Energy Supply, Resources, Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Jacques Percebois, «Gas Market Prospects and Relationship with Oil Prices», «Energy Policy», August 1986.
- Loe R. Aalund, «Annual Gas Processing Report, Oil and Gas Journal, July 14, 1986.
- Melvin A. Conant, Editor, The World Gas Trade, Westview Press, Inc., U.S.A., 1986.

- عبدالرحمن خليل الجوهري ، الغاز الطبيعي في العالم العربي ، في دراسات مختارة في الصناعة النفطية ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت ، ١٩٧٩ .

الفصل التاسع

الصناعات النفطية الأخرى :

صناعة البتروكيماويات

(Oil-Related Activities : Petrochemical Industry)

- أ - تطور صناعة البتر وكياويات تاريخيا .
- ب - المنتجات البتر وكياوية واستخداماتها :
 - (ب - ١) الأولفينات .
 - (ب - ٢) العطريات .
 - (ب - ٣) الميثانول .
 - (ب - ٤) الأمونيا واليوريا .
 - (ب - ٥) البتر وكياويات الوسيطة والنهائية .
- ج - طرق انتاج البتر وكياويات الاساسية .
- د - هيكل صناعة البتر وكياويات :
 - (د - ١) مميزات صناعة البتر وكياويات .
 - (د - ٢) توزيع الطاقة الانتاجية في العالم .
- هـ - التحولات الجارية في صناعة البتر وكياويات :
 - (هـ - ١) دخول الدول النفطية في صناعة البتر وكياويات .
 - (هـ - ٢) التغيرات في انماط المدخلات .
- و - الوضع الراهن في صناعة البتر وكياويات .
- المراجع .

أ - تطور صناعة البتروكيمياويات تاريخيا

يرجع تاريخ صناعة البتروكيمياويات الى ما قبل اكتشاف النفط، حيث كانت الدول الأوروبية في منتصف القرن التاسع عشر تعتمد على الهيدروكربونات المستخلصة من الفحم لانتاج مختلف المنتجات الهيدروكربونية. وكانت المانيا الدولة الأوروبية الرائدة في هذا المجال. ويمكن القول بأن التقدم العلمي في حقل الكيمياء العضوية كان السبب الأساسي في نمو هذه الصناعة وتشعبها. والمقصود بالكيمياء العضوية العلم الذي يبحث في صفات ذرة الكربون وتفاعلاته المختلفة. ونظرا لأن مادة الكربون تتميز بخاصية فريدة تتمثل في قدرتها على الارتباط والتفاعل مع معظم المواد الأخرى بالإضافة الى الارتباط مع نفسها فان من الممكن خلق جزيئات كربونية مختلفة الاشكال (سلاسل أو حلقات أو مكعبات أو تركيبات ذات شعب أو بدون واخيرا مركبات بسيطة او معقدة) ومتفاوتة في الصفات الطبيعية والكيمياوية. أما علم الكيمياء المتخصص في الهيدروكربونات فهو جزء بسيط من حقل الكيمياء العضوية نظرا لاهتمام هذا الحقل في تفاعلات مادتين فقط هما الهيدروجين والكربون.

ومما لا شك فيه ان عدد المركبات الممكن خلقها من مادتي الهيدروجين والكربون كبيرة جدا ولكن اضافة المواد الأخرى كالاكسجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والرصاص والكلور تؤدي الى امكانية خلق مئات الالوف من المركبات. وهناك في الوقت الحاضر ما لا يقل عن نصف مليون مركب تحتوي على الكربون كمادة اساسية ولكن من المحتمل ان يزداد هذا العدد مستقبلا. وتعتبر عمليات الأزمرة والبلمرة والألكلة التي طورت في بداية القرن العشرين من أهم الأسباب وراء التطور الهائل في حقل صناعة البتروكيمياويات، اذ جعلت من الممكن انتاج مركبات عديدة من خلال تغيير التركيب الكيماوي لمركب معين.

ويمكن القول عموما بأن النفط لم يبدأ استخدامه في صناعة البتروكيمياويات حتى العشرينات من القرن الحالي. والسبب في التحول نحو النفط هو استمرار

التقدم في صناعة الآلات ذات الاحتراق الداخلي مما أجبر المصافي على انتاج كميات كبيرة من الغازات نظرا لاستخدام عمليات التكسير في المصافي . ومكنت الزيادة في انتاج غازات المصافي من التوسع في انتاج مادة الايزوبروبيل أو ما يسمى بالكحول الايزوبروبيلي بواسطة عملية الأزمرة . وكان هذا الصنف من الكحول ينتج أساسا من تخمير الكربوهيدرات كالسكر ويستخدم بشكل واسع في تصنيع الأدوية ومواد التجميل والمواد الصيدلانية .

ومع بدء الثلاثينات توسعت استخدامات عمليات الأزمرة (Isomerization) والبلمرة (Polymerization) حيث بدأت المصافي بتحويل مقادير متزايدة من الغازات الى ايسومرات (Isomers) و بلمرات (Polymers) ، وقد كان لاشتعال الحرب العالمية الثانية أثر كبير في زيادة الطلب على البتر وكيمياويات بسبب حاجة الجيوش الى الأقمشة والمتفجرات والمواد البلاستيكية والعقاقير والمطاط الصناعي . هذا وقد توسعت الصناعة منذ ذلك الحين لتصل قيمة منتجاتها حوالي ٧٠٠ بليون دولار في حين بلغت قيمة التجارة فيها حوالي ١٢٥ بليون دولار وذلك سنة ١٩٨٠ . وتشكل الدول الصناعية الغربية واليابان بالإضافة الى الدول الاشتراكية المراكز الرئيسية لانتاج البتر وكيمياويات في العالم في حين تعتمد الدول النامية على الواردات لاستيفاء متطلباتها من هذه المواد .

ب - المنتجات البتروكيماوية واستخداماتها

رغم أن صناعة البتر وكيمياويات تنتج عددا هائلا من المنتجات إلا أنها تعتمد بشكل عام على عدد صغير ومحدود من المدخلات والمخرجات الأساسية . فالمدخلات (اللقائم) هي سوائل الغاز الطبيعي كالبروبان والبيوتان بالإضافة الى غاز الايثان والنافثا التي تتكون من مجموعة من المكثفات الواقعة بين الغازولين والكيروسين وأخيرا زيت الغاز . أما المخرجات الأساسية فيمكن تقسيمها الى أربع مجموعات أساسية هي الالفينات والعطريات والميثانول وأخيرا الامونيا واليوربا . وتجر الإشارة هنا الى أنه فيما عدا مركبي الميثانول والامونيا فإن المركبات

الأخرى جميعها تنتج بشكل طبيعي من عملية التكرير ولكن نظرا لصغر الكمية المنتجة مقارنة بالطلب عليها فإن المصانع البتر وكمايوية تتخصص في إنتاج هذه المركبات عن طريق استخدام المدخلات السابقة وبكفاءة مرتفعة. ونستعرض فيما يلي باختصار كل مجموعة من المخرجات .

(ب - ١) الأولفينات (Olefins) :

تشمل هذه المجموعة الإثيلين (Ethylene) والبروبيلين (Propylene) والبيوتلين (Butylene) والبيوتادين (Butadiene) بالإضافة الى بعض المركبات الأخرى . وتنتج هذه المركبات أساسا بالترتيب من غازات الإيثان والبروبان والبيوتان عن طريق انتزاع ذرة أو ذرتي هيدروجين منها . فالإيثان يصبح إثيلين عند انتزاع ذرتي هيدروجين منه في حين يتحول البروبان الى بروبيلين والبيوتان يصبح بيوتلين . ويتحول البيوتان الى بيوتادين عند انتزاع أربع ذرات هيدروجين منه .

ولما كانت هذه المركبات تحوي رابطة كربون كربون أو أكثر بسبب فقدان ذرتي هيدروجين أو أكثر فإنها نشطة كيمياويا ويطلق عليها تسمية مركبات غير مشبعة . لذلك فمن الممكن تكسير الرابطة الموجودة بين ذرتي الكربون تحت ظروف مناسبة لخلق جزيئات كيمياوية تتفاعل مع نفسها أو مع مركبات أخرى من خلال عمليات البلمرة والأزمنة والألكلة . فعلى سبيل المثال يتفاعل الإثيلين مع نفسه عن طريق عملية البلمرة ليتحول الى الإثيلين المتعدد (أو البولي إثيلين Polyethylene) وكذلك بالنسبة للبروبيلين الذي يتحول الى ايزوبروبيلين (Isopropylene) بواسطة عملية الأزمنة كما يتحول البيوتين الى ايزوبيوتين . عموما ، تستخدم الأولفينات في صناعة البلاستيك والأصباغ والورنيشات والأدوية والمواد الصيدلانية والمواد القاتلة للحشرات والألياف . ونذكر أخيرا ان إنتاج الأولفينات وخصوصا الإثيلين يتم باستخدام عملية التكسير لعدة لقائم هي : غاز الإيثان والنافثا والبروبان والبيوتان وزيت الغاز . كما انه يمكن انتاج الإثيلين من خلال تحويل الميثانول أو الإيثانول .

(ب - ٢) العطريات (Aromatics) :

تنتج العطريات من المركبات النافثينية التي لها تركيب حلقي بعد تحويلها الى مركبات غير مشبعة من خلال انتزاع ذرة هيدروجين منها . وتتكون العطريات من عدد كبير من المنتجات ولكن أهمها هي ثلاثة فقط ، البنزين (Benzene) والتولوين (Toluene) والزيلين (Xylene) ، ويعتبر البنزين أهمها على الإطلاق ولكنه يتواجد بمقادير صغيرة مقارنة مع المركبين الآخرين . ولما كانت هذه المركبات تمتاز بسهولة تحويلها من شكل الى آخر فان مقدارا كبيرا من التولوين والزيلين يتم تحويله الى بنزين لسد النقص في هذا المركب . ونشير هنا الى أن العطريات توجد بشكل طبيعي في النفط الخام ولكن بنسب ضئيلة ، لذا فمن الضروري استخدام عمليات التكسير للمنتجات النافثينية لانتاج مزيد منها .

يستخدم البنزين في صناعة عدد كبير من الكيماويات مثل المواد القاتلة للحشرات والمنظفات ومادة الستيروفوم ومادة بولي يوراثين وأخيرا الألياف الصناعية . أما التولوين فانه يستخدم في تصنيع الأصباغ والمتفجرات والبلاستيك والمواد الصيدلانية. ويدخل الزيلين في تصنيع البلاستيك والالياف .

(ب - ٣) الميثانول (Methanol) :

يعتبر الميثانول أو الكحول الميثيلي من أبسط الكحوليات وقد كان في السابق ينتج من الأخشاب . ولكن بدأ حديثا استخدام غاز الميثان لقيما أساسيا في انتاج الميثانول بشكل مباشر . ويمكن كذلك انتاج الميثانول من خلال استخدام الغاز التركيبي (Synthesis Gas) الذي يتكون اساسا من الهيدروجين وأول اكسيد الكربون . ويأتي الغاز التركيبي بشكل أساسي من عمليات المعالجة للمنتجات النفطية ومن خلال تحويل الفحم الى غاز أو من عمليات البناء للمنتجات الخفيفة في مصانع التكرير . أما الاستخدام الأساسي للميثانول فهو في انتاج مادة الفورمالدهايد (Formaldehyde) بالاضافة الى امكانية خلطه مع الغازولين واستعمال الخليط وقودا للسيارات أو استعماله بمفرده وقودا لبعض السيارات المصممة خصيصا لذلك .

(ب - ٤) الأمونيا واليوريا (Ammonia & Urea) :

لا تعتبر مادة الأمونيا مركبا هيدروكربونيا لاحتوائها على مركبي النيتروجين والهيدروجين فقط ، إلا أنها تنتج اساسا من النفط الخام . أما اليوريا فانها تنتج من الأمونيا من خلال تفاعلها مع غاز ثاني اكسيد الكربون . وتأتي أهمية الامونيا في الاستخدامات الزراعية بالاضافة الى انتاج مختلف البتروكيماويات الحاوية للنيتروجين . أما اليوريا فتستخدم في انتاج اليوريا فورمالدهايد والمواد البلاستيكية . وتنتج الأمونيا بشكل أساسي من غاز الميثان الا انه من الممكن انتاجها من النافثا أو الفحم .

(ب - ٥) البتروكيماويات الوسيطة والنهائية

: (Intermediate and Final Petrochemicals)

تمثل البتروكيماويات الوسيطة مرحلة متوسطة من الانتاج حيث انها تعتبر سلعا شبه نهائية لكونها تستخدم في تصنيع منتجات اخرى . ولكن هذا التصنيف غير دقيق لدخول بعض هذه المنتجات في الاستهلاك مباشرة . ومن أمثلة المنتجات الوسيطة نذكر مادة الاثيلين جلايكول (Ethylene Glycol) ومونوفينيل كلوريد . أما المنتجات النهائية فهي تلك التي تخرج من المرحلة النهائية من الانتاج وتكون جاهزة للاستخدام . وتضم هذه المجموعة عددا هائلا من البتروكيماويات نذكر منها بولي اثيلين وبولي فينيل كلوريد اللذين يستخدمان في صناعة اكياس البلاستيك والانايب . وأخيرا هناك مادة الكربون والهيدروجين المستخلصين من بعض العمليات . أما الكربون فيستخدم في عدد كبير من المنتجات كالاطارات والبلاستيك والخبر والاسطوانات والأفران والألماس الصناعي وبعض اجزاء المفاعلات النووية ، في حين يستخدم الهيدروجين المنتج إما في عمليات كيمياوية اخرى داخل المصنع أو وقودا .

ج - طرق انتاج البتروكيماويات الأساسية

هناك عدد كبير من العمليات في المصانع البتروكيماوية نذكر أهم ست منها . ويتم من خلال هذه العمليات تحويل الهيدروكربونات الى البتروكيماويات الأساسية والمتوسطة . ويقصد بالبتروكيماويات المتوسطة تلك التي تتكون من اضافة جزيئات من مركبات مختلفة الى المركبات الأساسية . وهذه العمليات هي :

أولا : ازالة الهيدروجين (Dehydrogenation) وتستخدم في ازالة ذرة هيدروجين أو أكثر من المركبات الهيدروكربونية المشبعة لتحويلها الى غير مشبعة ، وتنتج هذه العملية الأولفينات والعطريات .

ثانيا : الأكسدة (Oxidation) وتعني اضافة الاكسجين لجزء من المركبات الأساسية لانتاج مركبات حاوية للاكسجين .

ثالثا : اضافة الكلور (Chlorination) وتستخدم في انتاج مركبات كلورية من خلال اضافة ذرة كلور .

رابعا : اضافة الكبريت (Sulfuration) وتستخدم لانتاج مركبات كبريتية .

خامسا : الكربنة (Carbonization) وتعني ازالة جميع ذرات الهيدروجين لانتاج الكربون الخالص .

سادسا : انتاج الهيدروجين (Hydrogen Generation) ويتم بواسطتها التخلص من جميع ذرات الكربون لانتاج الهيدروجين النقي .

وتعتبر عملية ازالة الهيدروجين عموما أكثر الطرق انتشارا لانتاج الأولفينات والعطريات ، ويتم بواسطة الحرارة مع وجود عامل مساعد في بعض الحالات . وتأتي أهمية وجود العامل المساعد في العمليات الكيماوية من امكانية توفير الظروف الملائمة للتفاعل دون الحاجة للجوء الى الحرارة والضغط المرتفعين مما يتسبب في رفع التكاليف وزيادة خطورة عمليات الانتاج . ويوضح جدول (٩ - ١) نسبة كل منتج من عملية ازالة الهيدروجين تبعا لنوع اللقيم المستخدم . ويلاحظ ان الاثيلين

جدول (٩ - ١) : نسبة المنتجات الأساسية حسب نوع اللقيم.

المنتج	النسبة الى الوزن (%) من اللقيم		
	سوائل الغاز الطبيعي (البروبان والبيوتان والايثان)	النافثا	زيت الغاز
الاثيلين	(٦٠)	(٣٠)	(٢١)
البروبيلين	(١٠) ٧٣	(١٦) ٥٦	(١٤) ٤٦
بيوتادين	(٢)	(٥)	(٥)
بيوتلين	(١)	(٥)	(٦)
بقايا النافثا	٢	١٦	١٩
بقايا وقود	٢٥	٣٠	٣٥

المصدر :

List, H.L., Petrochemical Technology, Prentice - Hall, 1986, Page xv1.

هو المادة الأساسية في جميع الحالات ولكن ترتفع النسبة بشكل ملحوظ في حالة استخدام سوائل الغاز الطبيعي لتصل الى حوالي ٦٠٪ بالمقارنة مع زيت الغاز الذي تصل نسبته حوالي ٢١٪ فقط . أما الأولفينات الاخرى (بروبيلين وبيوتادين وبيوتلين) فانها توجد بنسب ضئيلة في حالة سوائل الغاز الطبيعي بالمقارنة مع النافثا وزيت الغاز. الا انه بصفة عامة تشكل نسبة الاولفينات الى مجموع المنتجات ما يقارب من ٧٣٪ في حالة سوائل الغاز الطبيعي في حين تنخفض في حالة النافثا وزيت الغاز لتصل الى حوالي ٥٦٪ و ٤٦٪ بالترتيب .

وفيما يتعلق بالعطريات فانها بالاضافة الى وجودها بشكل طبيعي في النفط الخام بما نسبته ٢٥٪، إلا أنه يمكن تحويل بعض المركبات النافثينية الموجودة في النفط الخام الى عطريات باستخدام عملية ازالة الهيدروجين . تتواجد العطريات أساسا في بقايا النافثا الناتجة من تعريض اللقايم المختلفة لعملية ازالة

الهيدروجين. ويتضح من جدول (٩ - ١) ان العطريات تنتج بشكل اساسي في حالة استخدام النافثا وزيت الغاز. وحيث ان الطلب على البنزين يمثل الجزء الأعظم من الطلب على العطريات فانه عادة ما يتم تحويل المنتجات الاخرى الى البنزين لاستيفاء الطلب.

تمثل الاولفينات والعطريات بشكل عام حوالي ٩٠٪ من المنتجات الاساسية في صناعة البتر وكيمياويات. أما الكمية المتبقية فتمثل انتاج الميثانول والامونيا. ونذكر هنا ان مادة الاثيلين هي المادة الأساسية بالمقارنة مع جميع المركبات الاخرى حيث انها تشكل النسبة العظمى من انتاج البتر وكيمياويات الأساسية.

د - هيكل صناعة البتر وكيمياويات

سبق وأن أشرنا الى ان صناعة البتر وكيمياويات تتركز بشكل اساسي في الدول الصناعية الغربية والشرقية بالاضافة الى اليابان. وبلغت قيمة منتجات هذه الصناعة حوالي ٧٠٠ بليون دولار تقريبا في حين وصلت قيمة التجارة فيها حوالي ١٢٥ بليون دولار وذلك لسنة ١٩٨٠. وقد بلغت نسبة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في الانتاج العالمي من البتر وكيمياويات حوالي ٦٥٪ في حين بلغت نسبة الدول الاشتراكية حوالي ٢٥٪. وتعتبر اوروبا الغربية الجهة المهيمنة على السوق العالمية حيث شكلت صادراتها نحو ٥٦٪ من اجمالي صادرات العالم سنة ١٩٨٠. وتشكل في المقابل الدول النامية اكبر مستورد للمنتجات البتر وكيمياوية، حيث شكلت وارداتها حوالي ٧٠٪ من مجمل استهلاكها. أما الولايات المتحدة فتعتبر اكبر مستهلك للمنتجات البتر وكيمياوية على الاطلاق وتستوفي احتياجاتها داخليا، في حين تشكل المانيا الغربية أهم الدول المصدرة.

ويبين جدول (٩ - ٢) نسبة الصادرات البتر وكيمياوية لبعض الدول الى اجمالي صادرات العالم على اساس القيمة بالدولار وذلك للفترة من ٧٠ الى ١٩٨٠. من الواضح ان الدول الغربية الصناعية تحوز على النسبة العظمى من الصادرات العالمية. هذا وقد انخفضت حصة الولايات المتحدة بالمقارنة مع الدول الأخرى لتأخذ المركز الثاني بعد المانيا الغربية. أما هولندا وبريطانيا وفرنسا فقد ازدادت حصصها جميعا.

جدول (٩ - ٢) : نسبة الصادرات البتروكيمياوية لبعض الدول الى
اجمالي صادرات العالم ، ١٩٧٠ - ١٩٨٠ .
(نسبة مئوية على اساس القيمة بالدولار)

الدولة	١٩٧٠	١٩٧١	١٩٧٢	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٥	١٩٧٦	١٩٧٧	١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٨٠
الولايات المتحدة	٢٥.٥	٢١.٧	٢٠.٤	٢٠.١	١٨.٠	١٩.٦	١٩.٩	١٩.٨	١٤.٨	١٥.٨	١٦.٩
المانيا الغربية	٢٠.٧	٢٠.٣	١٩.٦	٢٤.٠	٢١.٥	٢٠.٤	٢١.١	٢١.٥	٢١.٨	٢٢.٠	٢١.٢
اليابان	٩.٥	١١.٤	١٢.١	٨.٣	١٠.١	١٠.٢	٩.٣	٩.٦	٩.٦	٨.٠	٧.٨
هولندا	٨.٨	٩.٧	١١.٢	١١.٩	١٣.٢	١٢.٠	١٢.٧	١١.٥	١١.٥	١٢.٠	١٣.٨
بريطانيا	٧.٧	٨.١	٧.٦	٨.١	٩.٠	٨.٣	٨.٦	٨.٩	٩.٣	٩.٦	١٠.٣
فرنسا	٦.٦	٦.٥	٦.٥	٧.٥	٧.٠	٧.٢	٦.٥	٦.٩	١٠.٨	١٠.٨	١٠.٦

المصدر :

Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986,
Page 24.

(٥ - ١) : مميزات صناعة البتروكيمياويات

نذكر فيما يلي بعض مميزات صناعة البتروكيمياويات :

أولاً : الكثافة الرأسمالية العالية - تعتبر صناعة البتروكيمياويات من الصناعات الكثيفة رأسمالياً بسبب ضخامة الاستثمارات اللازمة لقيام الصناعة . حيث تبلغ قيمة الاستثمارات للفرد الواحد حوالي ٢٠ - ١٠٠ ألف دولار .

ثانياً : وجود اقتصاديات الحجم - تمتاز هذه الصناعة بضخامة الطاقة الانتاجية القائمة حيث تصل الى حوالي ٥٠٠ - ٦٠٠ الف طن سنوياً . وتتيح هذه الطاقة الانتاجية الهائلة ، التي تفوق احتياجات عدد كبير من الدول النامية ، الاستفادة من الوفورات اللازمة للإنتاج الكبير .

ثالثاً : التقدم التكنولوجي - هناك دور واسع للاختراع والابداع في هذه الصناعة وهذا يتطلب انفاق اموال طائلة على الأبحاث والتطوير . تؤدي هذه الميزة الى

سرعة تقادم المصنع مما يدعو الى الاستمرار في ادخال عمليات جديدة لتجنب تردي الوضع التنافسي للشركة المنتجة.

رابعا : ارتفاع درجة ارتباط الصناعة - ترتبط صناعة البتر وكيماويات بالعديد من الصناعات الأخرى السابقة واللاحقة . فالمدخلات (اللقاتم) المستخدمة تأتي من مصانع التكرير أو من مصانع معالجة الغاز الطبيعي في حين تدخل المخرجات (المنتجات الأساسية) في انتاج مختلف السلع المستخدمة في الحياة .

خامسا : مرونة اساليب الانتاج - تتميز هذه الصناعة بوجود طرق مختلفة لانتاج البتر وكيماويات وبالتالي هناك مرونة في اختيار اللقاتم واستبدال بعضها ببعض . وعادة ما تكون المرونة كبيرة جدا خلال مرحلة بناء المصنع وتقل بعد اختيار الأساليب الانتاجية ، ولكن بعض الشركات بدأت حديثا في ادخال عمليات متقدمة تتيح التحول من لقيم الى آخر للاستفادة من الاختلافات السعرية بين اللقاتم .

سادسا : التعقيد وصعوبة الادارة - لا شك أن ضخامة المصانع البتر وكيماوية والتقدم التكنولوجي المستمر بالإضافة إلى تعدد المنتجات تتطلب توظيف مهارات عالية جدا لضمان القدرة على الاستجابة للتغيرات في أوضاع السوق والصناعة والتكنولوجيا .

وتفسر هذه الميزات أسباب عدم قدرة الدول النامية على الدخول الى هذه الصناعة في الماضي وبالتالي نجاح الدول الأوروبية الصناعية في السيطرة عليها .

(د - ٢) : توزيع الطاقة الانتاجية في العالم :

نظرا لارتباط انتاج مختلف البتر وكيماويات بعضها ببعض لكونها منتجات متلازمة فإن من الصعب الحديث عن الطاقة الانتاجية بشكل عام . إلا أنه بسبب أهمية الاثليلين وحيازته لنسبة كبيرة من إجمالي انتاج البتر وكيماويات الأساسية فإن من الممكن مقارنة توزيع الطاقة الانتاجية للاثليلين في العالم . يبين الجدول (٩ - ٣) الطاقة الانتاجية للاثليلين حسب المناطق الجغرافية ، في حين يوضح الجدول (٩ - ٤) التوزيع حسب أهم الدول خارج المنظومة الاشتراكية وذلك

للسنتين ١٩٨١ و ١٩٨٦ . من الواضح ان المناطق الصناعية تسيطر على انتاج الاثليين بنسبة ٧٠٪ من اجمالي انتاج العالم باستثناء العالم الاشتراكي ، في حين تأتي منطقة آسيا والشرق الأقصى في المرتبة الثالثة بنسبة ١٦٫٣٪ . أما أهم الدول المنتجة للاثليين فهي الولايات المتحدة حيث تبلغ طاقتها الانتاجية حوالي ثلث طاقة العالم خارج الدول الاشتراكية . وتأتي اليابان والمانيا الغربية في المركزين الثاني والثالث على التوالي . وتشكل الطاقة الانتاجية في هذه الدول الثلاث حوالي نصف الطاقة الانتاجية العالمية خارج العالم الاشتراكي . أما الدول الاخرى التي تمتلك طاقات مهمة فهي فرنسا وهولندا وكندا والسعودية ودول اخرى . واللافت للنظر هو ان الدول العشر المذكورة في جدول (٩ - ٤) كانت تحوز فيها بينها زهاء ٨١٫٧٪ من اجمالي الطاقة الانتاجية في العالم خارج الدول الاشتراكية وذلك في سنة ١٩٨٦ .

وفيما يتعلق بالعالم الاشتراكي فان طاقته الانتاجية للاثليين بلغت حوالي ٣٫٩ مليون طن متري سنويا سنة ١٩٨١ وهذا المقدار لا يتعدى ٧٫٢٪ من اجمالي الطاقة العالمية القائمة في تلك السنة . وتتركز هذه الطاقة بشكل أساسي في الاتحاد السوفيتي مع وجود طاقات انتاجية صغيرة في كل من بولندا وتشيكوسلوفاكيا وهنغاريا والمانيا الشرقية وبلغاريا كما هو موضح في جدول (٩ - ٥) .

أما بالنسبة للمنتجات البتر وكيماوية الأخرى ، فان جدول (٩ - ٦) يبين الطاقة الانتاجية وعدد المنتجين في أهم الدول وذلك في سنة ١٩٨٠ . من الواضح ان الاثليين هو المنتج المهيمن من حيث الكمية في جميع الدول المذكورة في الجدول . وعند اضافة الطاقة الانتاجية للاثليين والبولي اثيلين معا فان هذين المنتجين يشكلان القسم الاعظم من الطاقة الانتاجية .

جدول (٩ - ٣) : الطاقة الانتاجية للبتلين للمناطق خارج الدول الاشتراكية،

عامي ١٩٨١ و ١٩٨٦ ^(١).

(مليون طن متري سنويا)

١٩٨٦		١٩٨١		المنطقة ^(٢)
(%)	الكمية	(%)	الكمية	
٣٩,٥	١٩,٠٢	٣٩,٧	١٩,٨٦	امريكا الشمالية امريكا اللاتينية اوروبا الغربية آسيا والشرق الأقصى الدول العربية اخرى
٧,٤	٣,٥٨	٦,٣	٣,١٥	
٣٠,٧	١٤,٧٩	٣٦,٩	١٨,٤٨	
١٦,٣	٧,٨٥	١٥,٩	٧,٩٤	
٤,٧	٢,٢٦	٨	٤,٠	
١,٤	٠,٦٦	٥	٠,٢٦	الدول غير الاشتراكية
١٠,٠	٤,٨١٥	١٠,٠	٥,٠٠٨	

المصدر : Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

ملاحظة : (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦.

(٢) الدول خارج الدول الاشتراكية.

جدول (٩ - ٤) : الطاقة الانتاجية للثقلين حسب أهم الدول خارج العالم
الاشتراكي، عامي ١٩٨١ و ١٩٨٦^(١).
(مليون طن متري سنويا)

الدولة	١٩٨١		١٩٨٦	
	الكمية	(%)	الكمية	(%)
الولايات المتحدة	١٨,٠٧	٣٦,١	١٦,٧٨	٣٤,٨
اليابان	٦,١٢	١٢,٢	٥,٤٢	١١,٣
المانيا الغربية	٤,٩٧	٩,٩	٣,٦٦	٧,٦
فرنسا	٢,٩١	٥,٨	٢,٤٢	٥,٠
هولندا	٣,١٣	٦,٣	٢,٢٦	٤,٧
كندا	١,٧٩	٣,٦	٢,٢٤	٤,٧
بريطانيا	٢,٠٨	٤,٢	٢,٠٠	٤,٢
السعودية	-	-	١,٦١	٣,٣
ايطاليا	٢,٢٥	٤,٥	١,٤٩	٣,١
البرازيل	١,٢٢	٢,٤	١,٤٣	٣,٠
الدول غير الاشتراكية	٥,٠٨	١٠,٠	٤,٨١	١٠,٠

المصدر : Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

ملاحظة : (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦.
(٢) خارج الدول الاشتراكية.

جدول (٩ - ٥): الطاقة الانتاجية للثلاثين في الدول الاشتراكية، ١٩٨١.
(مليون طن متري سنويا)

الدولة	الكمية	النسبة (%)
الاتحاد السوفيتي	١٦٤	٤٢١
بولندا	٥٣-	١٣٦
تشيكوسلوفاكيا	٤٩٠	١٢٦
هنغاريا	٤٥٠	١١٥
المانيا الشرقية	٤٣٠	١١٠
بلغاريا	٢٧٠	٦٩
رومانيا	٠٨٠	٢١
اجمالي الدول الاشتراكية	٣٩٠	١٠٠٠٠

المصدر: F.Fesharaki and D. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Table (4.1), Page 197.

جدول (٩ - ٦): انتاج البتروكيماويات: عدد المنتجين والطاقة القائمة في أهم الدول، ١٩٨٠.

الدولة	اثنين		بولى اثنى		بولى برونيلين		بولى سترين	
	(١)	(٢)	(١)	(٢)	(١)	(٢)	(١)	(٢)
الولايات المتحدة	٢١	١٩٩٧٥	١٢	٩٦٠	٢٧٥	١٦	٢٣٢	
إيطاليا	٧	٢١٣	٦	١٢٧	٣	١٧٥	٦	٥٠٠
فرنسا	٨	٢٧٠	٩	١٣٧	٥	٢٧	٦	٥٦
هولندا	٤	٢٦٧	٤	٦٧	٣	١٨	٢	-
المانيا الغربية	١٠	٤٦١	٩	٢٣٩	٦	٤٠	٣	٦١
بريطانيا	٥	٢٠٩	٦	٧٣	٢	٣٤	٥	٢٥
اليابان	١٢	٦٢٣	١٧	٥٦	١١	١٨	٩	٨٠

ملاحظة : (١) عدد المنتجين .
(٢) الطاقة القائمة (مليون طن متري سنويا) .

هـ - التحولات الجارية في صناعة البتروكيماويات

لقد شهدت صناعة البتروكيماويات منذ ارتفاع اسعار النفط في نهاية سنة ١٩٧٣ تطورات عديدة أهمها دخول عدد كبير من الدول النامية الى هذه الصناعة وخصوصا الدول المصدرة للنفط . كذلك حدثت تحولات هامة في أنماط المدخلات (اللقائم) المستخدمة في إنتاج مختلف البتروكيماويات . ونستعرض فيما يلي كلا من هذين التحولين باختصار.

(هـ - ١) : دخول الدول النفطية في صناعة البتروكيماويات :

أوجد ارتفاع اسعار النفط في نهاية سنة ١٩٧٣ ظروفًا مناسبة للدول المنتجة للنفط للدخول الى صناعة البتروكيماويات . وتمثلت هذه الظروف في ارتفاع مداخيل هذه الدول وبالتالي قدرتها على تمويل هذه المشاريع ذات الكشافة الرأسمالية المرتفعة بالإضافة الى تغير هيكل التكاليف مما أعطى هذه الدول ميزة نسبية في إنتاج البتروكيماويات .

فقبل ارتفاع اسعار النفط كان هيكل التكاليف في صناعة البتروكيماويات يمتاز بارتفاع التكاليف الثابتة بالمقارنة مع التكاليف المتغيرة (بنسبة ٧٠٪ الى ٣٠٪) لذلك فإن الدول المنتجة للنفط وخصوصا تلك التي تمتلك إحتياطيات نفطية ضخمة لم تمتلك ميزة نسبية واضحة في هذه الصناعة وذلك لعدم أهمية تكاليف المدخلات في اجمالي تكاليف الإنتاج . أما الاسباب الأخرى التي منعت دخول الدول النامية بما فيها النفطية من دخول هذه الصناعة في الماضي فتتلخص بالآتي : أولاً : صغر حجم السوق مقارنة مع الحجم الأمثل للمصنع مما كان يحتم على هذه الدول الإنتظار للوقت المناسب . ثانياً : عدم توافر رؤوس الاموال في

الماضي بسبب انخفاض أسعار النفط وحاجة الدول النفطية لإيراداتها المحدودة .
ثالثا : يمكن القول بأن عدم توافر البنية التحتية الضرورية لقيام المشاريع
الضخمة كان عاملا مهما في تأخير قيام هذه الصناعة في العديد من تلك الدول .
ولكن مع ارتفاع اسعار النفط ومشتقاته المختلفة تغيرت هذه الظروف لصالح
الدول المنتجة للبترول . فقد ارتفعت أهمية التكاليف المتغيرة مقارنة مع الثابتة
لتصبح النسبة ٧٠٪ بدلا من ٣٠٪ وذلك بعكس الحالة السابقة . ان هذا التغير في
هيكل التكاليف جعل الدول المنتجة للنفط في وضع تنافسي قوي مقارنة مع الدول
الصناعية المنتجة للبتر وكيمياويات لامتلاكها مقادير هائلة من المدخلات للصناعة
وبتكاليف ضئيلة . فالغاز الطبيعي الذي كان يحرق سابقا لعدم وجود فرص
لاستغلاله أصبح من الممكن الاستفادة منه في انتاج البتر وكيمياويات وخصوصا
الاثيلين . بالاضافة الى الغاز الطبيعي فان سوائل الغاز الطبيعي سواء تلك المنتجة
مع الغاز أو المصاحبة لعملية تكرير النفط تميزت بانخفاض اسعارها مقارنة مع
النافثا المستخدمة في عدد كبير من الدول الصناعية وخصوصا الأوروبية مما أعطى
الدول المنتجة للنفط ميزة اضافية في هذه الصناعة .

يبين جدول (٩ - ٧) اسعار المواد الأولية (المقائم) في نخبة من الدول الغنية
بالطاقة والدول الصناعية المستهلكة والمستوردة للطاقة . فمن الواضح ان هناك فرقا
شاسعا بين تكاليف هذه المواد الأولية بين المجموعتين من الدول ، فبالنسبة لغازي
الميثان والايثان فان دول الخليج واندونيسيا تأتي في المقدمة من حيث رخص هذه
اللقائم بالمقارنة مع اسعارها في الدول الصناعية الغربية . وفيما يتعلق بالنافثا
فالملاحظ ان تكلفة هذا اللقيم مرتفعة جدا بالمقارنة مع الميثان والايثان . لا شك ان
هذه الاختلافات في التكاليف تعطي الدول النفطية ميزة نسبية كبيرة في صناعة
البتر وكيمياويات بالمقارنة مع الدول الاخرى .

ولمقارنة اسعار البتر وكيمياويات الأساسية المنتجة في المناطق الغنية بالموارد
النفطية ، نستعرض جدول (٩ - ٨) الذي يبين تلك الأسعار لسنة ١٩٨٣ .
يتضح من الجدول المذكور ان الدول النفطية تستطيع انتاج البتر وكيمياويات
الاساسية بتكاليف متدنية جدا مقارنة مع الدول الصناعية .

أما الدوافع الأخرى التي شجعت الدول النفطية على دخول هذه الصناعة فتتمثل في :

- ١- محاولاتها المحافظة على مواردها النفطية وخصوصا الغاز الطبيعي الذي كان يحرق هدرًا في الماضي .
- ٢- ضرورة تنويع مصادر الدخل لما يشكله الاعتماد الكلي على الإيرادات النفطية كمصدر للدخل من مخاطر بسبب التقلبات في اسعار النفط .
- ٣- محاولة بلوغ الحد الأقصى للقيمة المضافة من كل برميل نفط منتج بدلًا من تصدير النفط الخام .

جدول (٩ - ٧) : اسعار المواد الأولية (اللقائم) في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة^(١)

المنطقة	السعر (دولار / طن متري)		
	الايتان	النافثا	الميثان
كندا	٨٠ - ١٠٠	-	٥٠ - ٩٠
المكسيك	٤٥ - ٦٥	-	٢٠ - ٣٠
دول الخليج	٢٠ - ٣٠	-	صفر - ٣٠
اندونيسيا	٢٠ - ٣٠	-	صفر - ٣٠
الولايات المتحدة	٢٠٥ - ٢٢٥	٢٧٥ - ٢٨٥	٢٠٥ - ٢٣٠
اوروبا الغربية	-	٣٢٠ - ٣٣٠	٢١٥ - ٢٣٠
اليابان	-	٣٤٠ - ٣٥٠	٣١٠ - ٣٢٠

المصدر : Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 121.

ملاحظة : (١) تعتمد هذه البيانات على دراسة أعدت من جانب لجنة التجارة الدولية في الولايات المتحدة سنة ١٩٨٣ . انظر المصدر أعلاه للتفاصيل .

جدول (٩ - ٨) : اسعار البتروكيماويات الأساسية في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة^(١)

المنطقة	السعر (دولار / طن متري)		
	امونيا	ميثانول	اثيلين
كندا	١٨٠ - ١٣٠	١٥٠ - ١٠٠	٣٥٠ - ٢٥٠
المكسيك	١٦٥ - ١٢٥	١٤٠ - ١٠٠	٢٧٠ - ٢٣٠
دول الخليج	١٨٠ - ١٤٠	١٥٠ - ١٠٠	٣٤٠ - ٣٠٠
اندونيسيا	٢١٠ - ١٧٠	١٦٥ - ١٢٥	٣٩٥ - ٣٥٥
الولايات المتحدة	٣٦٠ - ٣١٥	٣٧٥ - ٣٢٥	٥٨٠ - ٥٤٠
اوروبا الغربية	٤٤٠ - ٤٠٠ ^(٣)	٤٢٠ - ٣٨٠	٨٧٥ - ٨٣٥ ^(٢)
اليابان	٤٧٠ - ٣٥٥ ^(٣)	٣٩٥ - ٣٥٥	٨٦٥ - ٨٢٥ ^(٢)

المصدر: Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, 1986, Page 122.

ملاحظة : (١) تعتمد هذه البيانات على دراسة أعدت من جانب لجنة التجارة الدولية في الولايات المتحدة سنة ١٩٨٣. انظر المصدر أعلاه للتفاصيل.

(٢) على اساس الانتاج باستخدام النافثا كلقيم.

(٣) على اساس الانتاج باستخدام الميثان أو النافثا كلقيم.

٤- نقل التكنولوجيا المتطورة لتسهم في عملية البناء لهذه الدول المتخلفة صناعيا.

٥- خلق فرص التوظيف للأيدي العاملة الوطنية في المجالات المختلفة.

٦- الاستمرار في إحلال الانتاج الصناعي المحلي مكان المنتجات المستوردة وذلك للتقليل من مشكلات ميزان المدفوعات وخصوصا لتلك التي تعاني عجزا دائما.

٧- استثمار الفرص ذات العائد المرتفع وخصوصا في الدول النفطية التي تمتلك فوائض مالية موظفة في البنوك الاجنبية أو مستثمرة في سندات الحكومات الاجنبية والتي تتميز بانخفاض عوائدها وتدهور قيمتها بسبب التضخم المستمر في تلك

إلـدول بالإضـافة إلى إمـكانية تعرض هذه الدول للـمضغوط السياسية بسبب وجود أموالها في الدول الغربية .

وتعتبر المملكة العربية السعودية من أهم الدول النامية المنتجة للنفط وأكثرها اهتماما بالدخول في الصناعة البتر وكيمياوية . فقد دخلت المملكة الى هذه الصناعة بطاقة انتاجية كبيرة تقدر بحوالي ١٦ مليون طن متري سنويا خلال سنة ١٩٨٥ . أما الدول النفطية وغير النفطية الأخرى التي تخطط لدخول هذه الصناعة فهي كندا وسنغافورة وكوريا الجنوبية وهونغ كونغ وتايوان والمكسيك وماليزيا والجزائر واندونيسيا . وبين جدول (٩ - ٩) تطور الطاقة الانتاجية للثليلين في بعض الدول الداخلة حديثا في صناعة البتر وكيمياويات . من الواضح ان الطاقة الانتاجية في هذه الدول قد توسعت بمعدلات عالية خلال الفترة من ١٩٨١ الى ١٩٨٦ .

جدول (٩ - ٩) : تطور الطاقة الانتاجية للثليلين في بعض الدول النامية

وشبه الصناعية ، ١٩٨١ و ١٩٨٦ .^(١)

(مليون طن متري سنويا)

الدولة	١٩٨١		١٩٨٦	
	الكمية	(%)	الكمية	(%)
السعودية	-	-	١٦١١	٣٣
المكسيك	٠٠٤٣٥	٠٩	٠٩٣٢	١٩
كندا	١٧٩٣	٣٦	٢٢٤٢	٤٧
تايوان	٠٢٦٩٠	١٤	٠٩٥٣	٢٠
كوريا الجنوبية	٠١٥٥	٠٣	٠٥٠٥	١٠
سنغافورة	-	-	٠٣٠٠	٠٦
الجزائر	٠١٢٠	٠٢	٠٣٦٤	٠٨
اجمالي الدول غير الاشتراكية	٥٠٠٠٨	١٠٠٠	٤٨١٥	١٠٠٠

Oil and Gas Journal, September 7, 1981 and September 1, 1986.

المصدر :

ملاحظة : (١) البيانات حسب يونيو ١٩٨٦ .

وتأتي المملكة العربية السعودية في مقدمة هذه الدول من حيث مقدار التوسع في طاقتها الانتاجية القائمة للثيلين .

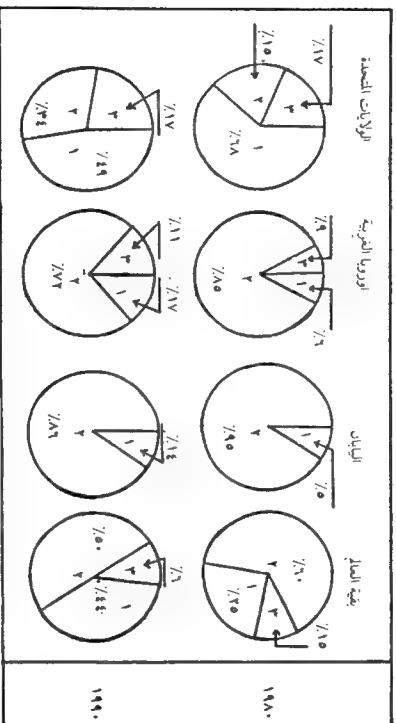
(هـ - ٢) : التغيرات في انماط المدخلات :

لم تكن الدول المنتجة للبتر وكيمياويات في الماضي تبدي اهتماما كبيرا في المدخلات (Feedstock) لقلة أهميتها في التكاليف الكلية للانتاج، فقد كان الاختيار بين المدخلات يتم على أساس توافرها. فعلى سبيل المثال كانت الولايات المتحدة تستخدم سوائل الغاز الطبيعي والغازات الناتجة من عمليات التكرير لقيما في صناعة البتر وكيمياويات لتوافر هذه السوائل والغازات بمقادير كبيرة نظرا لتركيز مصانع التكرير على انتاج الغازولين مما يتطلب توظيف عمليات التكسير لرفع نسبة الغازولين مقارنة مع المنتجات الأخرى مما يؤدي الى انتاج كميات كبيرة من الغازات. كما ان سوائل الغاز الطبيعي كانت متوافرة بسبب معالجة الغاز الذي كان ينقل بواسطة الأنابيب الى المستهلكين ليستعمل وقوداً في المنازل أو المصانع. أخيراً، درجت بعض المصانع على استخدام زيت الغاز والناثا وذلك لتوافرها من خلال عمليات التكرير.

أما أوروبا الغربية فكانت تعتمد على النافثا بشكل اساسي في صناعة البتر وكيمياويات. ويرجع السبب في ذلك الى توافر النافثا بتكاليف زهيدة نظرا لتوافر النفط الخام الرخيص المستورد من الشرق الاوسط. ويوضح الشكل (٩ - ١) نسبة استخدام كل صنف من اللقائم في بعض دول ومناطق العالم في سنة ١٩٨٠.

أدى ارتفاع اسعار النفط سنة ١٩٧٣ إلى ارتفاع أسعار اللقائم المستخدمة في انتاج البتر وكيمياويات بشكل كبير. فقد ارتفعت اسعار النافثا بنسبة كبيرة جدا لكونها مشابهة للغازولين وغالبا ما تستخدم في انتاجه. أما اسعار سوائل الغاز الطبيعي فإنها ارتفعت بمقدار أقل من الزيادة في أسعار النافثا. تسبب هذا التزايد في أسعار اللقائم في تغير هيكل التكاليف كما سبق أن أشرنا. ونتيجة لتغير هيكل

شكل (٩ - ١) : الانجاسات المستقبلية لأصناف اللقاسم في انتاج الاتينين في مناطق العالم، ١٩٨٠ و ١٩٩٠



المصدر : List, H.L., Petrochemical Technology, Prentice - Hall, 1986.

ملاحظة : ١ - سوائيل الغاز الطبيعي .

٢ - النافثا .

٣ - زيت الغاز .

التكاليف أصبحت الدول المالكة للمواد الأولية وخصوصا الغاز الطبيعي في وضع تنافسي قوي بالمقارنة مع الدول التي تعتمد على النافثا وزيت الغاز، انظر جدول (٩ - ٧).

نظرا لوجود احتياطات هائلة من الغاز الطبيعي في الدول النامية من ناحية واضطرار هذه الدول لحرق كميات كبيرة من الغاز الطبيعي المصاحب لانتاج النفط فقد اصبح من المجدي لهذه الدول الدخول إلى صناعة البتر وكيمياويات لتستفيد من وضعها التنافسي الجديد. وحيث ان الغاز الطبيعي يعطي نسبة عالية من الاثيلين عند استخدامه لقيما (انظر جدول ٩-١) فان من المتوقع أن يتوسع انتاج الاثيلين مستقبلا في الدول النامية ذات الاحتياطات الكبيرة من الغاز، خصوصا وأن غاز الايثان يمكن تحويله مباشرة إلى الاثيلين في حين يمكن استغلال مكونات الغاز الطبيعي الاخرى كالبروبان والبيوتان أما كلقائم أيضا أو في الاستخدامات المختلفة، في حين يستخدم غاز الميثان مصدر وقود رخيص أو لقيما لانتاج الامونيا والميثانول مما يعطي هذه المناطق موقعا تنافسيا قويا.

أما بالنسبة لانتاج البتر وكيمياويات الاخرى وخصوصا الوسيطة والنهائية فان ميزة الدول النامية المنتجة للنفط تنخفض بشدة لما تتطلبه هذه المنتجات من تكنولوجيا متقدمة بالإضافة الى اعتمادها على المنتجات البتر وكيمياوية المتوافرة عالميا.

ومن المتوقع عموما ان يستمر التحول من النافثا وزيت الغاز الى سوائل الغاز الطبيعي لانتاج البتر وكيمياويات الاساسية وخصوصا الاثيلين والبروبيلين والبيوتين والبيوتادين مع تركيز هذه الزيادة في الدول النفطية مثل كندا والشرق الاوسط والمكسيك. ويبين الشكل (٩ - ١) الوضع المتوقع سنة ١٩٩٠ مقارنة مع الوضع سنة ١٩٨٠.

و - الوضع الراهن في صناعة البتروكيماويات

خلافًا للوضع الذي كان سائدًا في أسواق البتروكيماويات خلال الفترة ما قبل سنة ١٩٧٣ والذي تميز بعدم ارتباط هذه الصناعة بالتطورات في السوق النفطية، فإن الفترة التالية ابتداءً من سنة ١٩٧٤ تميزت بالارتباط الوثيق بين أسواق الطاقة وخصوصًا السوق النفطية وصناعة البتروكيماويات. وقد كان ذلك نتاجًا لارتفاع أسعار النفط وبالتالي مشتقاته المختلفة مما أدى إلى تأثير أسعار المنتجات البتروكيماوية بشكل مباشر. وتسبب هذا الارتفاع المفاجيء في أسعار المشتقات النفطية وارتفاع أسعار المنتجات البتروكيماوية في تباطؤ الطلب على البتروكيماويات مما تسبب في خلق فائض كبير في الطاقة الانتاجية خلال السبعينات. أما تأثير ارتفاع أسعار النفط سنة ١٩٧٩ فقد كان أكثر فاعلية في تخفيض الطلب على البتروكيماويات بسبب قيام الدول الصناعية باتباع سياسات اقتصادية انكماشية أدت إلى تباطؤ وتأخر النمو الاقتصادي على مستوى العالم.

ونتيجة للانخفاض في الطلب على البتروكيماويات بالإضافة إلى قيام العديد من الدول النفطية مثل كندا والمكسيك والدول الشرق أوسطية وماليزيا واندونيسيا بإنشاء سعات انتاجية جديدة فإن الصناعة بدأت تعاني خسائر جسيمة وانخفاضًا كبيرًا في نسبة التشغيل لتصل إلى ٧٠ - ٨٠٪. وقد أدى هذا الوضع إلى قيام عدد كبير من الشركات الأوروبية والأمريكية واليابانية بالانسحاب من السوق في حين بدأت دول أخرى بادخال تعديلات أساسية في عملياتها الانتاجية لكي تستطيع التعامل مع أنواع متعددة من اللقائم. وكان هدف هذه التعديلات زيادة مرونة عملية الانتاج لكي تستفيد من الاختلافات الموجودة في أسعار اللقائم وضمان الاستمرار في الانتاج عند تقلص الامدادات من بعض المدخلات الضرورية.

ومن المتوقع في المستقبل المنظور ان يستمر هذا التحول في مراكز انتاج البتر وكيمياويات الاساسية مستقبلا ليزداد دور الدول النفطية الصناعية والنامية مع بقاء انتاج البتر وكيمياويات الوسيطة والنهائية في الدول الصناعية . كذلك فان من الطبيعي أن يلازم هذا التحول في مراكز الانتاج تحولا في أصناف اللقائم المستخدمة، حيث يتوسع دور الغاز الطبيعي في حين يقل استخدام النافثا وزيت الغاز. ولكن بسبب انخفاض أسعار النفط خلال الفترة من ١٩٨٥ / ١٩٨٦ فان المؤشرات تدل على تباطؤ هذه التحولات نوعا ما نظرا لانخفاض الميزة النسبية التي كان الغاز الطبيعي يتمتع بها خلال الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٥ .

جدول (٩ - ١٠): الطلب والعرض للميثانول في العالم،

١٩٨٥ و ١٩٩٠^(١).

(بليون جالون سنويا)

١٩٩٠		١٩٨٥		الدولة
الطلب	العرض	الطلب	العرض	
١٠	١٨	١١	١٣	الولايات المتحدة
٥	١	٥	١	كندا
٩	١٨	١٠	١٣	اوروپا الغربية
١	٦	١	٤	اليابان
٤٥	٢٠	٢٦	١٥	اخرى
٧٠	٦٣	٥٣	٤٦	العالم
٩٠٪		٨٧٪		نسبة التشغيل

ونشير أخيراً إلى أن دور الميثانول أخذ بالتوسع لا سيما في الدول التي تمتلك احتياطات هامة من الغاز الطبيعي كما سبق وإن أوضحنا ذلك في الفصل السابق . ولا شك أن توافر تكنولوجيا تحويل الغاز الطبيعي الى ميثانول بطرق اقتصادية يتيح استغلال الكميات الهائلة من الغاز الطبيعي التي إما أن تهدر بالحرق أو التي لا تستغل حالياً بسبب عدم توافر الفرص الملائمة . ويمتاز الميثانول بسهولة نقله بواسطة الناقلات العادية دون الحاجة لمنشآت خاصة بالإضافة الى عدم وجود مخاطر مصاحبة للإنتاج كما هي الحال مع نقل الغاز الطبيعي المسال، وأخيراً هناك إمكانية تحويل الميثانول الى اثيلين لاستخدامه في الصناعات البتر وكيمياوية أو استخدامه مباشرة اما وقوداً أو لقيماً . ان هذه المميزات تجعل من المؤكد استمرار نمو الطاقة الانتاجية للميثانول . ويوضح جدول (٩ - ١٠) الوضع الراهن (سنة ١٩٨٥) والوضع المرتقب سنة ١٩٩٠ للطلب والعرض للميثانول . هذا مع العلم بأن الطاقة الانتاجية تتركز حالياً في الدول الصناعية الغربية ولكن من المتوقع ان تقوم الدول خارج هذه المجموعة بانشاء معظم السعات الانتاجية في المستقبل . ويتوقع كذلك ان ينمو الطلب على الميثانول بشكل مستمر خلال الفترة من ١٩٨٥ الى ١٩٩٠ مما يزيد من نسبة التشغيل الى ٩٠٪ بالمقارنة مع ٨٧٪ سنة ١٩٨٥ .

مراجع الفصل التاسع

- Fereidun Fesharaki and David T. Isaak, OPEC, the Gulf, and the World Petroleum Market, Westview Press, Inc., U.S.A., 1983.
- Joseph L. Bower, When Markets Quake, Harvard Business School Press, U.S.A., 1986.
- G.D. Hobson, Editor, Modern Petroleum Technology, 5th Edition, Part Two, John Wiley & Sons, U.S.A., 1984.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- Harvey L. List, Petrochemicals Technology: An Overview for Decision Makers in the International Petrochemicals Industry, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1986.
- Richard A. Corbett, «Ethylene Report, Oil and Gas Journal, September 1, 1986.
- Oil and Gas Journal, September 7, 1981.
- Oil and Gas Journal, September 1, 1986.

مصطفى احمد برهام ، تصنيع البتروكيماويات والتعريف بمنتجاتها ، في دراسات
مختارة من الصناعة النفطية ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت ،
١٩٧٩ .

الفصل العاشر

مصادر الطاقة وتلوث البيئة

(Energy Sources and Environmental Pollution)

- أ - الطاقة والتلوث .
- ب - أنواع التلوث :
 - (ب - ١) التلوث الهوائي .
 - (ب - ٢) التلوث المائي .
 - (ب - ٣) التلوث الأرضي .
- ج - مصادر الطاقة والتلوث :
 - (ج - ١) الغاز الطبيعي .
 - (ج - ٢) النفط الخام ومشتقاته .
 - (ج - ٣) الفحم .
 - (ج - ٤) الطاقة الكهربائية .
 - (ج - ٥) الطاقة النووية .
 - (ج - ٦) المصادر غير العادية .
- د - اقتصاديات السيطرة على التلوث :
 - (د - ١) التوازن في السوق ومقدار التلوث الأمثل .
 - (د - ٢) سياسات الحد من التلوث .
- ملحق (أ)
- ملحق (ب)
- المراجع .

أ - الطاقة والتلوث

ان انتاج واستخدام الطاقة من مصادرها المختلفة يتسبب في حدوث العديد من انواع التلوث البيئي . ويقصد بالتلوث البيئي التأثيرات السلبية على مكونات البيئة كالهواء والماء والأرض مما يؤدي الى اختلال التوازن الدقيق السائد فيها . وعموماً، يشكل التلوث بأصنافه المختلفة خطراً على الانسان من خلال تأثيراته الصحية المباشرة وغير المباشرة الناتجة من تلوث مصادر الغذاء والماء .

ونظراً لارتباط التلوث البيئي بالانتاج (انتاج السلع والخدمات) بشكل وثيق من خلال العلاقة الطردية الموجودة بين معدل النمو الاقتصادي ومقدار الزيادة في استهلاك الطاقة الأولية، فان الحديث عن التلوث وكيفية الحد منه يدخل في صلب علم الاقتصاد . وتؤكد هذه العلاقة الطردية ضرورة الأخذ في الاعتبار التأثيرات الاقتصادية المحتملة عند الحديث عن السيطرة على مقدار التلوث البيئي . فالحديث عن تقليل التلوث يعني بالضرورة ابطاء النمو الاقتصادي خصوصاً في المدى القصير، وكما نعلم ان ذلك يتعارض مع الأهداف الاقتصادية لمعظم المجتمعات التي تصبو الى رفع مستوى المعيشة لسكانها . ولكن التعارض بين هدي زيادة معدل النمو الاقتصادي والحد من التلوث يصبح أقل حدة في المدى الطويل . وستتطرق في الأجزاء التالية الى انواع التلوث البيئي، ثم نتقل الى الحديث عن امكانات التلوث من مصادر الطاقة الحالية والمستقبلية . وأخيراً، نتعرض لاقتصاديات السيطرة على التلوث والصعوبات التي تواجه المسؤولين عند ضرورة اتخاذ القرارات بشأن الحد من التلوث .

ب - أنواع التلوث

ذكرنا سابقاً أن التلوث يصيب الماء والهواء والأرض ولكن بسبب استخدام الإنسان للهواء مباشرة فإن هناك تركيزاً على التلوث الهوائي . ولكن لا شك ان التلوث الأرضي والمائي مهم أيضاً لاعتماد الانسان على هذين المصدرين في مأكله ومشربه . ذلك، بالإضافة إلى ارتباط مكونات البيئة المختلفة بعضها ببعض بشكل وثيق حيث يؤدي اختلال أحدها الى اختلال المكونات الأخرى .

(ب - ١) التلوث الهوائي (Air Pollution) :

المقصود بالتلوث الهوائي هو ارتفاع مقادير المواد الكيميائية والشوائب المختلفة الموجودة في الغلاف الجوي مما يتسبب في تأثيرات سلبية على الانسان والاحياء الأخرى . وتعتبر النشاطات المتعلقة بإنتاج واستخدام الطاقة مصدرا رئيسيا لهذا الصنف من التلوث . فإنتاج الكهرباء بواسطة حرق الفحم أو من خلال استغلال الطاقة النووية وكذلك مكائن الاحتراق الداخلي المستخدمة في وسائل المواصلات المختلفة يتسبب في انطلاق عدد كبير من الغازات والاجسام الدقيقة الى الهواء . وتبقى هذه المركبات في الهواء لمدة معينة تتعرض فيها لبعض التغيرات الكيميائية ومن ثم تنزل إلى الأرض أو الماء من خلال الترسيب الطبيعي أو بواسطة الأمطار والثلوج . غير أن قدرة الغلاف الجوي على استيعاب الملوثات كبيرة جدا بسبب حجمه الهائل بالإضافة الى الحركة الدائمة فيه إلا أن هذه الطاقة الاستيعابية قد لا تكون كافية في بعض المناطق التي يتركز فيها التلوث مما يتسبب في وجود مشكلة التلوث الهوائي .

ويمكن القول إن هناك خمسة أنواع أساسية من الملوثات هي أول أكسيد الكربون والمركبات الهيدروكربونية وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والأجسام الدقيقة مثل الغبار والسنج . أما بالنسبة للمقادير المنبعثة من هذه الملوثات سنويا فإن الإحصائيات غير متوافرة بالنسبة للعالم ولكنها موجودة لبعض الدول الغربية .

ولاعطاء فكرة عن المقادير المنبعثة من هذه الملوثات في الولايات المتحدة في الفترة ١٩٤٠ - ١٩٧٢ يمكننا النظر الى جدول (١٠ - ١) الذي يوضح هذه الكميات بملايين الاطنان في السنة . فمن الملاحظ ان مقدار التلوث الناتج من تسرب الاجسام الدقيقة في الهواء قد انخفض نوعا ما ، ويمكن ارجاع ذلك الى التحول من الفحم والخشب كمصادر طاقة مهمة الى النفط والغاز الطبيعي . ذلك لأن الاجسام الدقيقة مكونة من الغبار والسنج الناتجين من حرق الفحم والخشب . أما مقادير الملوثات الأخرى فقد ازدادت كلها ، ويمكن تفسير الزيادة في اكاسيد الكبريت بأنها ناتجة من ازدياد استهلاك الطاقة بشكل عام حيث ان

جدول (١٠ - ١) : مقادير الملوثات المنبعثة في الهواء للولايات المتحدة ،

١٩٤٠ - ١٩٧٢ .

(ملايين الأطنان)

السنة	أكاسيد الكبريت	الأجسام الدقيقة	أول أكسيد الكربون	الهيدروكربونات	أكاسيد النيتروجين
١٩٤٠	٢١٥	٢٧١	٨٥٤	١٩١	٧٩
١٩٥٠	٢٣٨	٢٥٩	١٠٣٠	٢٥٦	١٠٤
١٩٦٠	٢٣٣	٢٥٣	١٢٧٤	٣١٦	١٤٠
١٩٦٨	٣١٣	٢٦٦	١٥٠٠	٣٥٢	٢١٣
١٩٧٠	٣٣٩	٢٥٦	١٤٧٠	٣٤٧	٢٢٧
١٩٧٢	٣٣٤	٢٥٢	١٥١٤	٣٧٤	٢٣٨

المصدر : James Griffin and Henry Steele, « Energy Economics and Policy », Page 170, Table (5 - 1), Academic Press, 1980 .

مكونات الكبريت موجودة في المصادر الصلبة والسائلة . أما الزيادة في كميات أول أكسيد الكربون فيمكن إرجاعها إلى زيادة استخدام وسائل المواصلات كالسيارات ، حيث أن مكائن الاحتراق الداخلي تطلق هذا الغاز نتيجة لعدم احتراق المواد الهيدروكربونية بشكل تام . وفيما يتعلق بالهيدروكربونات فإن الزيادة الكبيرة في كمياتها تأتي مباشرة من الزيادة في استخدام النفط والغاز في تلك الفترة . وأخيراً هناك أكاسيد النيتروجين وهي تنطلق من مكائن الاحتراق الداخلي المصممة لحرق المواد الهيدروكربونية عند درجات حرارة وضغط عالين . هذا مع العلم أن الهدف من تطوير هذه المكائن كان التخلص من التلوث الناتج من حرق المواد الهيدروكربونية تحت ضغط وحرارة منخفضين مما كان يؤدي إلى انطلاق أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات بسبب عدم الاحتراق الكامل .

وفيسما يتعلق بالتوزيع القطاعي لمصادر التلوث المختلفة ونسبة اسهام كل قطاع في الكمية الكلية من الملوثات فان الاحصائيات الموجودة حاليا مصدرها في الغالب الدول الغربية . وتوضيحا للقطاعات واسهاماتها في التلوث نقدم جدول (١٠ - ٢) الذي يبين مقادير أهم الملوثات وتقسيمها حسب القطاع في الولايات المتحدة لسنة ١٩٧٢ .

من الواضح ان قطاع المواصلات يعتبر من القطاعات الرئيسية المسببة للتلوث الهوائي ، فهذا القطاع مسئول عن حوالي ٧٤٪ من التلوث الناشئ من انطلاق اول اكسيد الكربون و٥٣٪ من الهيدروكربونات و٤٧٪ من اكاسيد النيتروجين . أما قطاع حرق الوقود الثابت والمقصود هنا قطاع انتاج الكهرباء فهو مسئول عن ٢٦٪ من التلوث الناتج من الاجسام الدقيقة بالإضافة الى ٧٣٪ من اكاسيد الكبريت و٤٢٪ من اكاسيد النيتروجين . ويعود ذلك اساسا الى حرق الفحم وزيت الوقود ذي المحتوى الكبريتي العالي . أما قطاع الصناعة فنلاحظ انه يسهم بما نسبته ٥١٪ من التلوث الناتج من الاجسام الدقيقة و٢٢٪ من اكاسيد الكبريت وحوالي ١٤٪ من الهيدروكربونات . ويعود ذلك لاستخدام قطاع الصناعة للفحم وزيت الوقود كمصدرين للطاقة بالإضافة الى عمليات فصل الكبريت عن النفط والغاز في معامل التكرير . والملاحظ من الجدول (١٠ - ٢) ان استخدامات الطاقة المختلفة تعتبر المصدر الاساسي للتلوث الهوائي حيث انها شبه مسؤولة بشكل كلي عن التلوث الناتج من أكاسيد الكبريت (٩٩٪) واكاسيد النيتروجين (٩٠٪) بالإضافة الى اسهاماتها الكبيرة في التلوث من اول اكسيد الكربون (٨٠٪) والهيدروكربونات (٧١٪) وبنسبة اقل في الاجسام الدقيقة (٦٢٪) .

وتجدر الاشارة الى ان هناك ملوثات غازية اخرى اهمها غاز ثاني اكسيد الكربون واكسيد الرصاص ، حيث ينتج الأول من حرق جميع اصناف الوقود بينما ينتج الثاني من حرق الغازولين المحتوي على الرصاص . ويرجع السبب في وجود الرصاص في الغازولين الى أهميته في رفع رقم الاوكتان مما يحسن من خواص احتراقه .

جدول (١٠ - ٢): مقادير أهم الملوثات وتقسيمها حسب المصدر في الولايات المتحدة، ١٩٧٢ .
(ملايين الأطنان)

المركب	اول اكسيد الكربون	الأجسام الدقيقة	اكاسيد الكبريت	الهيدرو كربونات	اكاسيد النيتروجين
المقدار الكلي	١٥١ر٤	٢٥ر٢	٣٣ر٤	٣٧ر٤	٢٣ر٨
نسبة كل مصدر(%)					
(١) قطاع المواصلات	٧٣ر٧	٢ر٣	٣ر٣	٥٣ر٠	٤٧ر١
(٢) حرق الوقود الثابت	١ر٢	٢٦ر٥	٧٣ر٠	٢ر٤	٤٢ر٠
(٣) قطاع الصناعة	٧ر٩	٥١ر٠	٢٢ر٥	١٤ر٧	٠ر٨
(٤) نفايات صلبة	٥ر٢	٥ر٣	٠ر٦	٥ر٣	١ر٧
(٥) اخرى	١٢ر٠	١٤ر٩	٠ر٦	٢٤ر٦	٨ر٤
جميع استعمالات الطاقة	%٨٠ر٠	%٦٢ر٩	%٩٩ر٦	%٧١ر٧	%٩٠ر١

المصدر : James Griffin and Henry Steele, « Energy Economics and Policy », Page 171, Table (5 - 2), Academic Press, 1980 .

وأخيراً، هناك الغازات المشعة التي تنتج من عمليات انتاج الكهرباء بواسطة المفاعلات النووية. وعادة ما تسرب هذه الغازات الى الغلاف الجوي مع بخار الماء المنطلق من المراحل المختلفة.

أما بالنسبة لمخاطر هذه الملوثات المختلفة فان خطورة المركبات الهيدروكربونية واكاسيد النيتروجين تأتي من تفاعلها بوجود ضوء الشمس مكونة مادة الأوزون ومواد كيميائية اخرى. ونظراً لأن هذه المركبات الكيميائية سامة وذات رائحة كريهة فانها تشكل خطورة كبيرة على الاحياء بشكل عام. ويعتقد العلماء ايضا ان مادة

الاوزون تشكل خطرا على الكرة الارضية من خلال تأثيرها على الغلاف الجوي واضعاف قدرته على امتصاص الاشعاعات الكونية المتسربة الى الارض .

وبالنسبة لأكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين فانهما يتسببان في ظاهرة الامطار الحمضية التي تنتج من تفاعل هذين الغازين مع بخار الماء في الغلاف الجوي مكونين حامض الكبريتيك وحامض النيتريك اللذين يترسبان مع الامطار . وتتسبب حموضة الامطار في قتل النباتات والاسماك بالاضافة الى تآكل المنشآت المعدنية وتلوث الاراضي الزراعية ومصادر المياه .

أما تراكم غاز ثاني اكسيد الكربون في الغلاف الجوي فيتسبب في ارتفاع درجة حرارة الارض من خلال ما يسمى بظاهرة البيت الأخضر . ويعود ذلك الى ان غاز ثاني اكسيد الكربون يمتاز بخواص كيميائية تجعله يمنع تسرب الحرارة من الأرض ويؤدي بالتالي الى الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة على الكرة الارضية . وتكمن خطورة هذه الظاهرة الى احتمال حدوث اختلالات مناخية خطيرة في المستقبل بسبب الارتفاع المستمر في درجات الحرارة .

وفيما يتعلق بالأجسام الدقيقة وأكسيد الرصاص فان تأثيراتها الصحية خطيرة جدا . ويعتقد الكثير من العلماء ان الاجسام الدقيقة تتسبب في أمراض مختلفة أهمها السرطان . في حين يؤدي تزايد غاز أكسيد الرصاص الى اضعاف النمو الجسدي والعقلي عند الاطفال واحتمال الاصابة بالأمراض المختلفة .

وأخيرا ، نذكر التلوث الاشعاعي الذي يعتبر عاملا مهما في حدوث العديد من الامراض كالسرطان والتشوهات الخلقي لأطفال النساء الحوامل اللاتي يتعرضن لهذه الاشعاعات . ويحدث ذلك من خلال التأثيرات السلبية على الجينات أو التأثير المباشر على نمو الجنين .

تعاني معظم الدول الصناعية في الوقت الحاضر من مشكلة التلوث الهوائي وخصوصا في المدن الكبيرة مثل لندن ولوس انجلوس ونيويورك وطوكيو ومدن اخرى عديدة . أما مشكلة الأمطار الحمضية فهي ايضا منتشرة في العديد من الدول الصناعية وخصوصا السويد والنرويج وكندا والمناطق الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة حيث تسببت هذه الأمطار الحمضية في تلوث آلاف البحيرات

مما أدى الى قتل الأحياء السمكية الموجودة فيها. هذا بالإضافة الى ما تسببه هذه الأمطار من خسائر مادية سنويا على شكل تآكل الهياكل الصناعية والسيارات وقتل الأشجار في الغابات الصنوبرية المحيطة بتلك المناطق.

(ب - ٢) التلوث المائي (Water Pollution) :

يمكننا تقسيم التلوث المائي الى ثلاثة أقسام رئيسية هي : تلوث الأنهار ومجاري المياه وتلوث المياه الجوفية وأخيرا تلوث البحار والمحيطات . أما الملوثات الأساسية فهي السوائل والمواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الكبيرة وأخيرا الطاقة الحرارية والاشعاع . ويمكننا ارجاع هذه الملوثات الى مصادر مختلفة :

أولا : الزراعة لانتشار استخدام المواد الكيماوية كتلك المضادة للحشرات والأعشاب الضارة والأسمدة بأنواعها .

ثانيا : الصناعة لما تنتجه من كميات كبيرة من المواد الصلبة والسوائل الكيماوية بالإضافة الى الحرارة والاشعاع .

ثالثا : التعدين وينتج منه الاطيان والاحماض وبقايا المعادن .

رابعا : انتاج الكهرباء وما تطلقه من غازات مختلفة وحرارة ونفايات مشعة .

خامسا : وسائل النقل البحري التي تتخلص من بقايا الوقود في البحار والمحيطات بالإضافة الى النفايات الأخرى الصلبة .

سادسا : النفايات البلدية كالمجاري والمواد المنظفة والزبالا والاطيان .

سابعا : ترسب الاحماض من الغلاف الجوي بواسطة الامطار والثلوج أو بشكل طبيعي بفعل الجاذبية .

وتجدر الإشارة هنا الى ان النفايات الناتجة من مختلف النشاطات الاقتصادية تتكون من صنفين أحدهما قابل للتحلل والآخر غير قابل للتحلل . ويعتبر الصنف الثاني السبب الأساسي في مشكلة التلوث .

ومن المعروف ان طاقة الأنهار في استيعاب الملوثات محدودة بشكل عام ولا سيما ان النفايات القابلة للتحلل تعتمد على مقدار الاكسجين المذاب في الماء ووجود الأحياء الدقيقة التي تساعد على تحلل المواد . لذلك فان الابقاء على قدرة المياه في

امتصاص النفايات القابلة للتحلل تعتمد اعتمادا مباشرا على مقدار الملوثات الاخرى الموجودة فيها كالتي تؤدي الى قتل الأحياء الدقيقة كالمواد الحمضية أو الكيماوية السامة بالإضافة الى تأثير الحرارة على كميات الاكسجين المذاب في الماء. فارتفاع درجة حرارة الماء يؤدي الى تقليل كميات الاكسجين الموجودة فيه مما يقلل من عمليات التحلل بالإضافة الى قتل الأسماك والعضويات الاخرى. ويجب الإشارة هنا أن محطات انتاج الكهرباء الموجودة بالقرب من الأنهار تعتبر من اكبر مصادر التلوث المائي، ذلك لأنها تلقي كميات كبيرة من النفايات الساخنة وفي بعض الاحيان المشعة في الماء. أما تأثيرات تسرب النفط الخام في البحار نتيجة لحوادث الناقلات والتسرب من آبار النفط البحرية وأخيرا بسبب القاء البقايا النفطية في الماء بعد تفريغ السفن لحمولتها من النفط وملوثها بالمياه، كل هذه تعتبر قليلة الخطورة لأن النفط قابل للتحلل البيولوجي، ولكن تأتي الخطورة عندما يكون التسرب كبيرا أو قريبا من الشاطئ حيث تتواجد المنشآت الحيوية.

وفيما يتعلق بتلوث مصادر المياه الجوفية فانه يمكن القول بأن السبب الأساسي هو استخدام مناطق شاسعة من الأراضي لدفن النفايات الصناعية السامة، حيث يتسبب تسرب هذه المواد الى جوف الارض في تلوث المياه الجوفية التي يعتمد عليها الأفراد في عدد كبير من الدول. ونظرا لعدم تحرك المياه الجوفية فان هذه الكيماويات تبقى مصدرا دائما لتلوث هذه المياه.

(ب - ٣) التلوث الأرضي (Land Pollution) :

يقصد بالتلوث الأرضي التشويه المستمر الذي يصيب مساحات شاسعة من الاراضي اما بسبب استغلالها مراكز لدفن النفايات والزبالة او لانتاج الموارد الطبيعية التي نحوسها. وتشكل النفايات الصلبة والسائلة أهم مصادر التلوث الأرضي ويرجع السبب في ذلك الى ان النفايات وخاصة الصلبة منها تشكل معضلة صعبة عند ضرورة التخلص منها. لذلك يستلزم استخدام مساحات شاسعة من الأراضي المناسبة لدفنها، خصوصا وان النفايات الصلبة المتخلفة من

عمليات الانتاج المختلفة ضخمة جدا سنويا . وتأتي هذه النفايات من عدة مصادر كالقطاع الزراعي والتجاري والصناعي والمنزلي بالإضافة الى أنشطة التعدين وانتاج الكهرباء .

وتجدر الإشارة الى ان مشكلة النفايات المرافقة لقطاع الطاقة تأتي في معظمها من انتاج الكهرباء بواسطة المفاعلات النووية . فالنفايات الصلبة والسائلة الناتجة من هذا النشاط خطيرة جدا لما تحويه من معادن مشعة . أما النفايات السائلة الاخرى فيكون عادة مصدرها مصانع التكرير والكيماويات وهي بشكل عام مركبات كيميائية سامة . وترجع خطورة هذه المركبات الى امكانية تسربها الى الطبقات الارضية مما يؤدي الى تلوث مصادر المياه الجوفية كما ذكرنا آنفا .

يعتبر انتاج الفحم بطريقة التعدين السطحي من اهم اسباب التلوث الارضي الناتج من تشويه الطبيعة . ويحدث ذلك بسبب ضرورة حفر مساحات شاسعة من الاراضي لاستخراج ما تحويه من الفحم . ونظرا لانتساع المناطق الحاوية للفحم فان هذا النشاط التعديني يؤدي الى الاخلال بالتوازن الطبيعي السائد في تلك المناطق .

ج - مصادر الطاقة والتلوث

في هذا الجزء سوف نتطرق الى الحديث عن مصادر الطاقة الحالية وعلاقة كل منها بالتلوث ثم ننتقل الى المصادر غير العادية لتحدث عن بعض المشكلات التي قد تنتج من التوسع في استخدامها مستقبلا .

(ج - ١) الغاز الطبيعي :

يعد الغاز الطبيعي من أفضل انواع الوقود المستخدم حاليا بسبب ما يتمتع به من صفات تجعل امكانية التلوث من استخدامه ضئيلة جدا . وتمثل هذه الصفات في :

أولا : احتراقه التام مما يؤدي الى انتاج الماء وثنائي اكسيد الكربون بدلا من غاز اول اكسيد الكربون السام .

ثانيا : احتوائه على كميات صغيرة جدا من الشوائب والتي يمكن فصلها بكلفة منخفضة جدا .

ثالثا : ان كميات اكاسيد الكبريت الناتجة منه ضئيلة جدا مقارنة بالمصادر الاخرى للوقود الاحفوري . هذا بالاضافة الى انه في حالة حرق الغاز الطبيعي تحت درجات حرارة عالية جدا لانتاج الكهرباء فان كميات من اكاسيد النيتروجين قد تنتج ولكن في المقابل فان التلوث الحراري يكون متدنيا نتيجة لكفاءة الاحتراق العالية .

(ج - ٢) النفط الخام ومشتقاته :

عموما لا يستخدم النفط الخام مباشرة الا في حالات قليلة جدا ولكن الاستخدام الواسع هو للمشتقات النفطية المختلفة . ويمكن القول بأن الغازولين وزيت الوقود يعتبران المصدرين الأساسيين للتلوث .

أما بخصوص زيت الوقود فانه يستخدم في انتاج الكهرباء وتغطية حاجات الصناعات من الوقود . وحيث ان فصل الكبريت عالي الكلفة فانه احيانا يحرق مباشرة مما يؤدي الى انبعاث كميات كبيرة من اكاسيد الكبريت الى الغلاف الجوي . لذلك فان الاتجاه الحديث هو نحو حرق منتجات النفط ذي المحتوى الكبريتي المنخفض خصوصا بعد تنامي القيود على المصانع ومحطات انتاج الكهرباء للتقليل من الكميات المنبعثة من اكاسيد الكبريت . أما الغازولين المستعمل في مكائن الاحتراق الداخلي فانه يعتبر سببا في انبعاث عدد من الملوثات الخطرة وهي الغازات المختلفة كأول اكسيد الكربون واكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات واكاسيد الرصاص . وحديثا بدأت نسبة الغازات المختلفة تتناقص بسبب اتجاه بعض الدول الى فرض القيود المختلفة على السيارات لزيادة كفاءتها . ولكن تطوير المكائن أدى الى ظهور نوع آخر من التلوث وهو غاز اكسيد النيتروجين . أما كميات الرصاص المنبعثة الى الهواء فقد قلت ايضا بسبب الاتجاه نحو الغازولين الخالي من الرصاص بعد ان تم تطوير طرق حديثة لرفع رقم الاوكتان للغازولين دون الحاجة لاضافة الرصاص اليه .

(ج - ٣) الفحم :

ان مشكلات التلوث المرتبطة بالفحم عديدة جدا وذات أبعاد مختلفة ، حيث ان هذه المشكلات تبدأ مع عملية انتاج الفحم بسبب ما تؤدي اليه من اضرار في البيئة من حيث تشويه المناطق وتطاير الأجسام الدقيقة في الهواء وتسرب الملوثات الى المياه الجوفية وما تسببه من أمراض ومخاطر للعاملين في هذه الصناعة (مرض الرئة السوداء وانهار المناجم) . وتستمر مشكلات التلوث الناتجة من الفحم عند حرقه حيث ينتج من حرقه أكاسيد الكبريت واول اكسيد الكربون والهيدروكربونات بالإضافة الى الأجسام الدقيقة (كالسناج والغبار) والصلبة كالنفايات المتبقية من عملية الحرق . لذا يمكننا القول ان الفحم من مصادر الطاقة التي تسبب مقدارا كبيرا من التلوث مقارنة بالمصادر الأخرى . ولتقليل هذه المشكلات بدأت بعض الدول بتطبيق قوانين تفرض على مستخدمي الفحم اما ازالة الكبريت من الفحم قبل حرقه أو استخدام الفحم ذي المحتوى الكبريتي المنخفض .

(ج - ٤) الطاقة الكهرومائية :

ان التلوث الناتج من الطاقة الكهرومائية ينحصر في التأثير على الأحياء الموجودة في الأنهار بسبب بناء السدود أما التلوث الهوائي فهو غير موجود اطلاقا وكذلك التلوث الحراري فهو ضئيل جدا . أما الناحية الجمالية فيمكن اعتبارها نوعا من التلوث البيئي بسبب ما قد يؤدي اليه بناء السدود من تشويه لمناظر الوديان الخلابة .

(ج - ٥) الطاقة النووية :

تعتبر الطاقة النووية من المصادر الرئيسية للتلوث الاشعاعي في البيئة وذلك لأن التلوث الناتج يأخذ اشكالا عديدة ويؤدي الى مخاطر كبيرة على الانسان والبيئة المحيطة به . فالتلوث الاشعاعي ينتج من عمليات استغلال الطاقة النووية من

خلال انشطار نواة المواد الثقيلة لانتاج طاقة حرارية . ولكن بسبب عدم كفاءة الانشطار فان بقايا النواة المنشطرة تتجمع لتكون موادّ أخف وزنا ولكنها غير مستقرة ذريا وبالتالي تتميز بكونها مشعة . ان المعادن المشعة هي تلك المواد غير المستقرة في صفاتها الذرية بسبب احتوائها على فائض من الوزن أو الطاقة أو الشحنات الكهربائية . لذلك فانه عادة ما تنبثق عن هذه المعادن ثلاثة انواع من الاشعاعات الضارة والتي تلوث الطبيعة . وهذه الاشعاعات هي :

١ - اشعاعات الفا (Alpha Rays) : تتكون من نواة ذرات الهليوم وتتميز ببطئها وعدم قدرتها على اختراق المواد .

٢ - اشعاعات بيتا (Beta Rays) : تتكون من الالكترونات، ذات السرعة العالية جدا ولها قدرة متوسطة على الاختراق .

٣ - اشعاعات جاما (Gamma Rays) : هي طاقة كهرومغناطيسية مشابهة لأشعة اكس ولكنها اكثر قدرة على الاختراق ، حيث تحترق معظم المواد ما عدا الرصاص الذي يشكل حاجزا لها .

والمواد المشعة (Radioactive Materials) عادة ما تصل الى حالة الاستقرار بعد ان تتخلص من فائض الطاقة أو الوزن الذي تحويه وتكون فترة الزمن للوصول الى حالة الاستقرار (أي تحول المعدن الى مادة غير مشعة) غير ثابتة وتعتمد على سرعة الاشعاع . فكلما كان الاشعاع اسرع قصرت الفترة الضرورية للوصول الى الاستقرار والعكس صحيح حيث ان الفترة الضرورية لاستقرارها تكون طويلة عندما يكون الاشعاع بطيئا جدا .

ويمكننا تصنيف المعادن المشعة حسب طول الفترة الزمنية الضرورية لوصولها الى حالة الاستقرار من خلال استخدام مقياس نصف العمر (Half - Life) . والمقصود بنصف العمر للمادة المشعة هو الفترة الزمنية التي تقل خلالها اشعاعية المادة الى النصف . لهذا يمكن القول بأنه كلما قصر نصف العمر كان مقدار الاشعاع اكبر واصبحت المادة غير مشعة في فترة قصيرة . ومن الواضح بأن المواد التي تتميز بنصف عمر قصير جدا لا تسبب مشكلات كثيرة حيث انه يمكن تخزينها لفترة قصيرة تصبح بعدها غير مشعة ولا تسبب ضررا . وكذلك بالنسبة لتلك المواد

التي تتميز بنصف عمر طويل جدا فانها لا تعتبر خطرة ويمكن التعامل معها دون مخاطر بسبب انخفاض معدل الاشعاع الناتج منها. ولكن تكمن الخطورة في المواد المشعة ذات نصف العمر المتوسط، حيث ان هذه المواد تكون اشعاعاتها كثيرة نسبيا وتتطلب فترة زمنية طويلة للوصول الى حالة الاستقرار. لذا فان مشكلة التلوث بالاشعاع هي مشكلة المواد المشعة ذات نصف العمر المتوسط (أي ما بين عشر سنوات الى مئة سنة) بسبب ما تتطلبه من حذر في التعامل معها وطول مدة الحزن اللازمة. أما الخطورة من هذه الاشعاعات فتتلخص في قدرتها على النفاذ الى اجسام الأحياء وتمزيقها للخلايا مما يؤدي الى احداث خلل فيها قد يتسبب في حدوث الأمراض كالسرطان، كما قد يحدث خلل في الجينات بسبب هذه الاشعاعات والتي قد تؤدي الى تأثيرات كبيرة في الأجيال القادمة.

أما طبيعة التلوث الاشعاعي الناتج من الطاقة النووية فانه يأخذ جميع الأشكال (صلبة، سائلة، وغازية). فالتلوث السائل ينتج من القاء الماء الذي يحوي كميات صغيرة من المعادن المشعة في الأنهار، وعادة ما يتم ذلك بعد تخزين الماء لفترة ثم يصفى عدة مرات للتخلص من اكبر قدر ممكن من المواد المشعة الموجودة فيه. أما الملوثات الغازية فانها تنتج من احتواء الأبخرة لبعض المواد الناتجة من عمليات الانشطارات وتنتقل الغازات عادة من أعمدة الدخان حيث تختلط في الغلاف الجوي، ولكن لا يتم ذلك الا بعد تخزين الغازات لفترة ومن ثم تمريرها في مصاف (فلترات) مخصصة لجمع المواد المشعة. وأخيرا فان الملوثات الصلبة تأتي من مصدرين، الأول هو تجميع المعادن المشعة من الماء والغازات وهذه عادة ما يتم خلطها بالاسمنت وتوضع في مخازن بعيدة عن المناطق المأهولة. أما المصدر الثاني فهو أعمدة اليورانيوم المستخدمة كوقود للمفاعل النووي، والتي تستبدل سنويا. ويتم عادة ارسال هذه الأعمدة الى معامل خاصة لاسترجاع ما يمكن من الوقود لاستعماله مرة اخرى في المفاعل وما يتبقى يتم تخزينه في اماكن بعيدة وأمنة حيث انها تتطلب قرونا من الزمن لتتخلص من خواصها المشعة. وبسبب ما يتطلبه تخزين هذه النفايات المشعة من حذر لخطورتها البالغة على الأحياء بجميع اشكالها

فان هذه النفايات تمثل المعضلة الرئيسية في الصناعة النووية .
وتجدر الاشارة هنا أن مشكلة النفايات المشعة تصبح اكثر تعقيدا عندما نعرف
بأنه بالإضافة الى عدم وجود طرق جيدة للتخلص منها فان كمياتها ايضا كبيرة
جدا حيث تتعدى مائة مليون جالون في الولايات المتحدة وحدها في الوقت
الحاضر . ولا بد لنا أن نذكر هنا أن الطاقة النووية ايضا تسبب التلوث الحراري
بسبب ما تحتاجه من كميات كبيرة من المياه لتبريد المفاعل وقد سبق لنا ان وضعنا
تأثير التلوث الحراري على الأنهار وما فيها من احياء دقيقة .

(ج - ٦) المصادر الجديدة :

سوف نتحدث فيما يلي باختصار عن امكانات التلوث من المصادر الجديدة
للطاقة كالوقود الصناعي والحرارة الجوفية وأخيرا الطاقة الشمسية . فبالنسبة للوقود
الصناعي الناتج من الفحم أو الصخور الزيتية فان امكانات التلوث منها مشابهة
للتلوث الناتج من استخدام الفحم . ذلك لأن انتاج الوقود الصناعي من الفحم
والصخور الزيتية يؤدي الى انتاج كميات ضخمة من النفايات الصلبة بالإضافة
الى الاجسام الدقيقة . وهناك ايضا التأثيرات الناجمة من حاجة هذه الصناعات
الى كميات هائلة من المياه مما يترتب عليها التلوث الحراري وتسرب الملوثات الى
المياه الجوفية . وأخيرا فان حرق هذا الوقود يؤدي الى التلوث الهوائي الذي سبق
شرحه .

ويمكننا في المقابل القول بأن الطاقة الجوفية تعد قليلة التأثير على البيئة بسبب
تواجد هذه الطاقة طبيعيا ولكن قد تنطلق بعض المركبات الكيميائية التي تتواجد في
بعض المصادر الى الغلاف الجوي .

وأخيرا هناك الطاقة الشمسية التي تتميز بكونها نظيفة وتلقى قبولا لدى
الاساطع العامة ، ولكن تأثيراتها البيئية تأتي من خلال استغلال مساحات شاسعة
من الاراضي لبناء المرايا لتجميع اشعة الشمس للاستفادة منها في الاستخدامات
المختلفة .

د - اقتصاديات السيطرة على التلوث

بعد أن تحدثنا عن مصادر الطاقة وامكانات التلوث منها، نتقل لموضوع اقتصاديات السيطرة على التلوث. فكما أشرنا سابقا بأن التلوث والانتاج عمليتان متلازمتان مما يجعل السيطرة على احدهما تساوي السيطرة على الاخرى خصوصا في المدى القصير، أي ان تقليل احدهما بالضرورة يؤدي الى تقليل الاخرى. والسبب في ذلك هو ان عملية تقليل التلوث تتطلب اما تحويل موارد اقتصادية متاحة للمجتمع لعملية الانتاج الى استخدامات السيطرة على التلوث مما يؤدي الى رفع كلفة الانتاج أو تقليل الانتاج مباشرة لضمان انتاج كميات أقل من الملوثات. ومن الواضح انه في كلتا الحالتين يتحمل المجتمع تكاليف تقليل التلوث. لذلك فالتصريح بأنه يجب ايقاف التلوث مهما كان الثمن (كما يقترح بعض الأفراد) يحتاج بلا شك الى بحث وتدقيق اكثر لما يعنيه هذا الكلام من توقف لعجلة الاقتصاد. والمفروض ان تعاد صياغة العبارة لكي نقول يجب السيطرة على التلوث ما دام ذلك اقتصاديا للمجتمع.

ان طبيعة بعض الموارد الطبيعية وخصوصا الهواء ولدرجة أقل الماء من حيث توفرها للمجتمع بأكمله وصعوبة اعطاء كل فرد حقا واضحا من هذه الموارد يؤدي الى استغلال بعض الأفراد لهذا المورد بشكل يسهم في تحويل جزء من تكاليف الانتاج الى المجتمع. فصاحب المصنع يستخدم الهواء للتخلص من النفايات الغازية المصاحبة لعملية الانتاج دون الاهتمام بتأثير هذه الغازات على افراد المجتمع. كذلك الحال بالنسبة للمصانع التي تتخلص من الملوثات السائلة بالقائها في الأنهار أو البحار. وفي كلتا الحالتين نلاحظ ان المنتجين يقومون باستغلال الموارد الطبيعية المتوفرة للمجتمع في اغراضهم الخاصة. وبعبارة اخرى يتجنب المنتجون تحمل التكاليف الضرورية للتخلص من النفايات من خلال فرض تكاليف صحية او اخرى على المجتمع. وعليه، يمكن القول بأن توفر هذه الموارد لمستخدميها دون قيود يؤدي الى سوء استغلالها نظرا لوجود حافز اقتصادي

لكل منهم بتحويل جزء من تكاليفه الخاصة الى المجتمع . ولما كان عدد الأفراد كبيرا في المجتمع فان الضرر الواقع على كل فرد يكون صغيرا جدا مما يؤدي الى انعدام الحافز عند الافراد للعمل على الحد من هذه النشاطات الضارة . لهذا السبب نجد انه من الضروري ان تتدخل الحكومة في هذه الظروف لفرض الحلول المناسبة لمشكلة تلوث الموارد الطبيعية . عموما ، هناك مجموعة من الحلول الممكن اتباعها والتي تستطيع الجهات المسئولة من خلالها العمل على المحافظة على البيئة . وتتلخص هذه الحلول اما في فرض الضرائب أو وضع حوافز مادية أو فرض قيود كمية أو تحديد حقوق الملكية للموارد الطبيعية بشكل واضح .

ونوضح فيما يلي كيفية تحديد حجم التلوث المسموح به من خلال دراسة مفهوم الحجم الأمثل للتلوث (Optimal Pollution Level) في المجتمع . ويتحدد ذلك من خلال مقارنة الطلب على الهواء النقي (الطلب على ازالة الملوثات من الهواء) وعرض الهواء النقي (تكاليف ازالة الملوثات) . نتقل بعد ذلك الى عرض السياسات المتبعة للوصول الى الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع . ولكن تجدر الاشارة هنا الى ان هناك طريقة اخرى لتحديد الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع وذلك باعتبار التلوث تأثيرا جانبيا سلبيا لعملية الانتاج غير مأخوذ بالاعتبار من جانب المؤسسات الانتاجية . ويؤدي ذلك الى كون حجم الانتاج اكبر من الحجم الأمثل من وجهة نظر المجتمع بسبب قدرة المؤسسة الانتاجية على تحويل جزء من تكاليفها الى الأفراد الآخرين في المجتمع . وفي هذه الحالة يستوجب النظر الى جانب الانتاج واتباع السياسات الضرورية لتضمين التكاليف الجانبية في تكاليف المؤسسة مما يجبر المؤسسة على انتاج الحجم الأمثل من السلعة . ونوضح في الملحق (أ) هذه الطريقة بشيء من التفصيل .

(د - ١) التوازن في السوق ومقدار التلوث الأمثل :

يمكننا تصنيف التلوث باعتباره اما وجود شيء غير مرغوب فيه أو عدم وجود شيء مرغوب فيه . فالتلوث الهوائي يمكن تفسيره بوجود مقدار من الملوثات غير مرغوب في وجودها أو عدم وجود الهواء النقي وهو شيء مرغوب فيه . وسوف نوضح في

هذا الجزء كيفية تحديد حجم الملوثات التي يجب ازالتها من الهواء لوجود سبب اقتصادي لذلك .

نبدأ بافتراض أن هناك عدة مصانع في مجتمع ما تنتج كميات معينة من الملوثات شهريا بسبب انتاجها لسلع معينة مما يؤدي الى تلوث هواء المدينة ، وسوف نفترض ان هذه الكمية تساوي ٢٠ طنا من الملوثات . وبسبب تلوث هواء المدينة فان هناك طلبا من افراد المجتمع على الهواء النقي (طلب على ازالة الملوثات) ، ويوضح هذا الطلب ما يرغب هذا المجتمع في دفعه لازالة كميات متزايدة من التلوث للتخلص من آثاره السلبية على الصحة والبيئة والممتلكات . وبين الشكل (١٠ - ١) منحى الطلب المذكور (ط) وحسب هذا الطلب يرغب افراد المجتمع دفع ٣٨ دينارا لازالة الطن الاول من الملوثات و٣٦ دينارا لازالة الطن الثاني وهكذا . والسبب في انخفاض ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الكميات المتتالية من الملوثات هو انخفاض تأثيرها على المجتمع بسبب نقصان الكميات المتواجدة منها في الهواء . وبعبارة اخرى يمكن القول بأن المجتمع يرغب في دفع مبالغ متناقصة للكميات المتتالية من الهواء النقي ، لذا فان منحى الطلب على الهواء النقي يأخذ الشكل المألوف لمنحنيات الطلب . ومن الملاحظ بأن المجتمع لا يرغب في دفع أي شيء لازالة الطن الاخير من الملوثات (انظر النقطة ج في الشكل) وذلك لأن الهواء قد وصل الى مرحلة من النظافة لا تشكل فيه هذه الكمية الحدية أية خطورة على المجتمع .

وتبين المساحة المحصورة بين منحى الطلب والمحور الأفقي مقدار ما يرغب الأفراد في دفعه لازالة كمية معينة من الملوثات . فعلى سبيل المثال ، يرغب افراد المجتمع بدفع مبلغ يساوي ١٠٨ دنانير لازالة ثلاثة اطنان من الملوثات (٣٨ دينارا للطن الأول و٣٦ دينارا للطن الثاني و٣٤ دينارا للطن الثالث) . ومن الواضح ان ما يرغب افراد المجتمع في دفعه لازالة كميات اكبر من التلوث تتزايد مع زيادة الكمية المزالة ولكن الكميات المتتالية تحظى بمبالغ أقل بسبب انخفاض أهميتها مقارنة بالكميات السابقة لها . ومساحة المثلث ج ص ن تعطي مجموع ما يرغب افراد

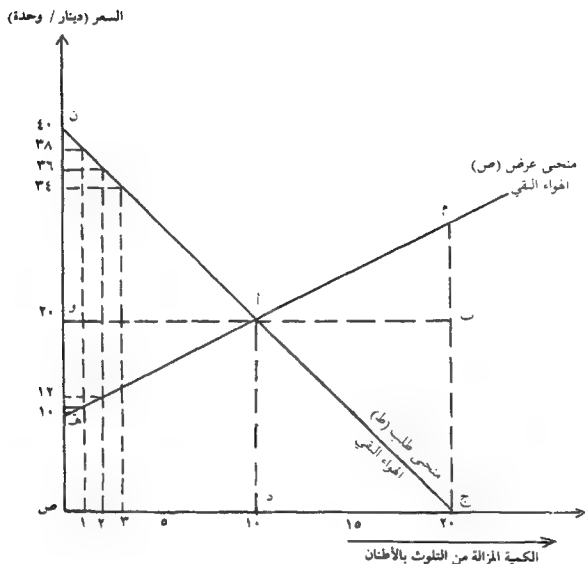
المجتمع في دفعه (وهو ٤٠٠ دينار) لازالة جميع التلوث الموجود ومقداره عشرون طنا .

أما كيفية حساب منحني الطلب على الهواء النقي في المجتمع فيحتاج لبعض التوضيح حيث ان هذه السلعة (الهواء النقي) ليست سلعة خاصة بل عامة وبالتالي فان توفير وحدة واحدة من الهواء النقي تفيد جميع أفراد المجتمع وليس فقط شخصا معيناً كما هي الحال بالنسبة للسلعة الخاصة . لذلك فان منحني الطلب على الهواء النقي يتم حسابه من منحنيات طلب الأفراد في المجتمع من خلال جمع هذه المنحنيات رأسياً لكي يتم الأخذ بالاعتبار ما يرغب كل فرد في دفعه نظير ازالة وحدة واحدة من التلوث ، وذلك بخلاف ما يحدث عند جمع منحنيات طلب افراد المجتمع على سلعة خاصة حيث انه في تلك الحالة يتم جمع المنحنيات أفقياً . ويوضح الملحق (ب) كيفية حساب منحني طلب المجتمع من طلب الأفراد وذلك للسلعة العامة .

وفي الجانب الآخر من السوق هناك تكاليف لازالة التلوث من الهواء أي توفير الهواء النقي للمجتمع ، حيث ان ذلك يتطلب شراء معدات مناسبة للتخلص من التلوث . هذا مع العلم بأن تكاليف تقليل التلوث تتزايد مع زيادة الكميات المزالة من الملوثات ، لان التخلص من كميات متزايدة يتطلب شراء معدات أكثر دقة بالإضافة الى الحاجة الى الرقابة على مصادر التلوث . لذا يمكننا القول بأن منحني التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات يتميز بكونه ذا ميل موجب أي أن منحني عرض الهواء النقي يأخذ الشكل العادي لمنحنيات العرض (منحني التكلفة الحدية هو منحني العرض) كما هو موضح في الشكل (١٠ - ١) .

ويتضح من الرسم بأن التكلفة الحدية للتخلص من الطن الأول من التلوث منخفضة (حوالي ١١ ديناراً) وتزداد تدريجياً مع ازدياد كمية التلوث المزالة . حيث ان تكلفة ازالة الطن الثاني تساوي ١٢ ديناراً وتكلفة ازالة الطن الثالث تساوي ١٣ ديناراً وهكذا . لذلك فان المساحة المحصورة بين منحني العرض (التكلفة الحدية) والمحور الأفقي تمثل التكلفة الكلية على المجتمع لازالة كمية معينة من

شكل (١٠ - ١) : منحنى العرض والطلب للهواء النقي



الصيغة الرياضية للمنحنيين :

- الطلب على الهواء النقي : $ع = 40 - ٢ ك$

- العرض للهواء النقي : $ع = ١٠ + ك$

حيث تدل (ع) على السعرو (ك) على الكمية المزالة من التلوث .

التلوث. فعلى سبيل المثال، فإن تكلفة ازالة ثلاثة اطنان من الملوثات تساوي ٣٦ ديناراً تقريباً، في حين ان تكلفة ازالة جميع التلوث (٢٠ طناً تساوي المساحة م ج ص هـ (٤٠٠ دينار).

ولتحديد الحجم الأمثل للتلوث في المجتمع أو الكمية التي يتوجب على المجتمع ازالتها لابد لنا ان نقارن الفوائد التي يجنيها المجتمع من ازالة كل وحدة اضافية من الملوثات مع تكلفة ازالة هذه الوحدة. فكما هو واضح من الشكل (١٠ - ١) انه بالنسبة لوحدة التلوث الى اليسار من النقطة (أ) تكون الفائدة من ازالة كل وحدة منها اكبر من تكلفة ازالتها. أما النقاط الى اليمين من (أ) فإن تكلفة ازالة الوحدات الاضافية من الملوثات اكبر من الفائدة المترتبة على ذلك. لذلك نستطيع القول بأن النقطة (أ) تحدد نقطة التوازن في المجتمع. ذلك لأن عند هذه النقطة يتساوى ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الوحدة الأخيرة من التلوث مع ما يتحمله المجتمع من تكاليف لازالتها. وبذلك تكون كمية التلوث التي يتوجب ازالتها تساوي عشرة اطنان والسعر التوازني هو ٢٠ ديناراً.

ولكن من المعروف ان الهواء يعتبر من السلع العامة كما سبقت الاشارة اليه، أي ان قيام شخص معين بازالة كمية معينة من التلوث يعني استفادة الجميع من ذلك دون مقدرة هذا الشخص على طلب التعويض لقيامه بهذا العمل (بمعنى ان الفرد لا يستطيع قصر الفائدة عليه وحده). لهذا السبب لا نتوقع ان يصل المجتمع الى النقطة (أ)، بل من المتوقع أن يكون المجتمع عند نقطة الأصل، حيث تكون كمية التلوث المنطلقة الى الهواء مساوية ٢٠ طناً شهرياً (أي أن الكمية المزالة = صفراً).

من هنا تنبع الحاجة لتدخل الحكومة لتعديل الوضع السائد اما من خلال تحديد حقوق الملكية بالنسبة لانتاج التلوث أو الهواء النقي أو من خلال اتباع السبل الكفيلة للتأكد من وصول المجتمع الى النقطة (أ) التي تحدد الحجم الأمثل للتلوث. وعادة ما تكون هناك عدة سياسات تستطيع الحكومة اتباعها للوصول الى هدفها المنشود في تقليل التلوث، وهذا هو موضوع الجزء التالي.

(د - ٢) سياسات الحد من التلوث (Pollution Control Policies) :

سوف نتطرق في هذا الجزء للسياسات المختلفة التي تلجأ إليها الحكومة عادة للتغلب على مشكلة التلوث والوصول الى نقطة التوازن المنشودة، النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١)، بالإضافة الى توضيح الأثر التوزيعي لكل سياسة. وتركز هذه السياسات في الآتي :

أولاً : نظام الحصص (Quota System) :

وتتمثل هذه السياسة بقيام الحكومة بوضع قيود صارمة على الكميات المنطلقة من الملوثات المختلفة الناتجة من عملية الإنتاج، وذلك من خلال تحديد المقدار المسموح به في فترة زمنية معينة.

ثانياً : نظام الضرائب (Tax System) :

هنا يسمح بإنتاج اية كمية من التلوث ولكن هناك ضريبة يجب دفعها للحكومة مقدارها مبلغ معين لكل وحدة من الملوثات المنطلقة الى البيئة. ويترك المجال هنا للجهة المنتجة للتلوث باتخاذ القرارات المتعلقة بحجم الملوثات التي ترغب في التخلص منها حسب ظروفها الاقتصادية.

ثالثاً : نظام الدعم (Subsidy System) :

ويتلخص هذا النظام في وجود حافز مادي لمتجني التلوث من خلال رصد مبلغ معين نظير كل وحدة من الملوثات يمنع تسربها الى البيئة.

رابعاً : تحديد حقوق الملكية (Assigning Property Rights) :

يقصد بتحديد حقوق الملكية توضيح ملكية الموارد وحقوق كل مجموعة في استخدامها. لا شك ان تحديد الملكية عملية سهلة لبعض الموارد الطبيعية كالأراضي والغابات ولكنها صعبة لبعضها الآخر كالماء والهواء وذلك لاتسام هذه الموارد بالحركة الدائمة وبالتالي صعوبة السيطرة عليها.

ويمكننا القول بشكل عام بأنه في حالة معرفة وثبات منحني الطلب والعرض على التلوث وبافتراض ان الصناعة غير قادرة على الانتقال الى مكان آخر فان هذه السياسات جميعها تؤدي الى نتيجة واحدة من حيث الكفاءة الاقتصادية ولكنها تتباين من حيث تأثيراتها التوزيعية . والمقصود بالاثّر التوزيعي للسياسات المتبعة هو تحديد الجانب المستفيد والجانب المتضرر .

ونستعرض فيما يلي السياسات المذكورة بالتفصيل من حيث قدرتها على ايصال المجتمع الى نقطة التوازن المرغوبة ونبين آثارها التوزيعية . ونظرا لعدم امكانية تطبيق سياسة تحديد الملكية في هذه الحالة فاننا نكتفي بايضاح السياسات الأخرى .

ولتوضيح ذلك ، نفترض ان الحكومة تهدف الى تقليل مقدار التلوث المنطلق في منطقة معينة بمقدار عشرة اطنان شهريا وذلك لضمان انتقال المجتمع الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) . في هذه الحالة يمكنها اختيار احدى السياسات المذكورة لتحقيق هذا الهدف . وسوف نستعرض الان تأثير كل سياسة على الكمية التوازنية للتلوث المنطلق والاثّر التوزيعي لاتباع تلك السياسة .

أولا : نظام الحصص :

حيث ان نقطة التوازن في المجتمع تم تحديدها عند النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) فان الحكومة باختيارها لهذا النظام تستطيع الوصول مباشرة الى النقطة التي ترغبها . وذلك لأن تطبيق نظام الحصص على الشركات واجبارها على تخفيض الكميات المنطلقة من الملوثات بمقدار عشرة اطنان يجبرها على التجاوب اما بتخفيض الانتاج أو من خلال ادخال التحسينات اللازمة في العملية الانتاجية لتقليل كمية الملوثات الى المستوى المحدد . أما الأثر التوزيعي فيمكن تلخيصه بتحمل المؤسسة لتكاليف تخفيض كمية الملوثات المنطلقة والمتمثلة بالمساحة أ د ص هـ (المساحة تحت منحني التكلفة الحدية) وتساوي ١٥٠ ديناراً . أما الفوائد التي يجنيها الأفراد في المجتمع فهي تساوي المساحة تحت منحني الطلب ابتداء من نقطة الاصل وحتى الكمية ١٠ اطنان ، أي المساحة أ د ص ن وقيمتها ٣٠٠ دينار .

ثانيا : نظام الضرائب :

تستطيع الحكومة من خلال هذا النظام الوصول الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) وذلك من خلال فرض ضريبة مقدارها ٢٠ دينارا لكل وحدة من الملوثات المنطلقة الى البيئة . وعندئذ ترى المؤسسة الانتاجية انه من الافضل لها ان تقلص كمية الملوثات الناتجة بمقدار عشرة اطنان من خلال اجراء التحسينات الداخلية وذلك بسبب انخفاض هذه التكاليف مقارنة مع مقدار الضرائب وبذلك يصل المجتمع الى النقطة (أ) .

أما الكميات الاضافية من الملوثات (١٠ أطنان) فان المؤسسة تفضل دفع الضريبة عليها بدلا من اتخاذ الاجراءات الكفيلة بتخفيض هذه الكمية بسبب ارتفاع تكاليف تخفيضها مقارنة مع الضرائب المفروضة كما هو واضح من الشكل (١٠ - ١) . ويتضح لنا ان المؤسسة في هذه الحالة تتحمل نوعين من التكاليف ، الأول هو تكاليف ادخال تحسينات داخلية لتقليل كمية الملوثات بمقدار عشرة أطنان وحجم هذه التكاليف ١٥٠ دينارا ، كما تم توضيح ذلك سابقا (المساحة أ د ص هـ) . وثانيا هناك تكلفة اضافية وهي الضرائب المدفوعة على الكميات المنطلقة وهي ١٠ أطنان (أو المساحة أ ب ج د) . لذلك فان التكلفة الكلية للمؤسسة الانتاجية في هذه الحالة تساوي ٣٥٠ دينارا (منها ١٥٠ تتحملها داخليا و ٢٠٠ دينار كضرائب للحكومة) . أما الفوائد التي يجنيها الأفراد فلا تختلف عما هي عليه في السياسة السابقة ومقدارها ٣٠٠ دينار (أو المساحة أ د ص ن) .

ثالثا : نظام الدعم :

حيث ان هذه الطريقة تلتخص باعطاء حافز للمشروع لتقليل من كمية الملوثات المنطلقة من العملية الانتاجية التي يقوم بها ، فاننا نتوقع استجابته لهذا الحافز ما بقي الحافز . وهنا تستطيع الحكومة اختيار الحافز ليكون مبلغا من المال يساوي ٢٠ دينارا لكل وحدة ملوثات يتم التخلص منها . من الواضح في هذه الحالة ان المؤسسة سوف تقوم بتقليل الكمية المنطلقة من التلوث بمقدار عشرة اطنان أي يصل المجتمع الى النقطة (أ) في الشكل (١٠ - ١) وذلك للاستفادة من الاختلاف الموجود بين تكلفة الازالة التي يجب عليها تحملها ومقدار الدعم المدفوع

لها . ويتمثل مقدار الدعم بمساحة المربع (أ د ص و) التي تساوي ٢٠٠ دينار، في حين تكون تكلفة التخلص من هذه الملوثات داخليا ١٥٠ دينار كما سبق حسابه . أما الوحدات الاضافية بعد الوحدة العاشرة فانها تتميز بارتفاع تكلفة التخلص منها مقارنة بالدعم .

اذن يمكن القول ان المؤسسة في هذه الحالة تستفيد بمقدار الثلث (أ هـ و) الذي تساوي مساحته ٥٠ دينارا . أما الأفراد فان استفادتهم هي كالسابق وتقدر بمبلغ ٣٠٠ دينار، ولكن يجب الاشارة بأن هذه الفائدة قد تصبح أقل بكثير بسبب حاجة الحكومة لفرض ضرائب على الأفراد لتوفير مبلغ الدعم المطلوب .

نلاحظ مما سبق ان سياسات الحد من التلوث جميعها تعطي نفس الثمار المتمثلة في تقليل التلوث بمقدار عشرة أطنان ولكن هناك اختلافات كبيرة من حيث الأثر التوزيعي للسياسات . ففي حين تتحمل المؤسسة الانتاجية جميع التكاليف في حالة تطبيق سياسة الحصص وسياسة الضرائب نرى ان سياسة الدعم لها أثر معاكس تماما حيث تستفيد المؤسسة من انتاجها للتلوث وتأتي هذه الفائدة على حساب الأفراد، ومن الجدير بالذكر هنا ان عملية اختيار السياسة التي ينبغي اتباعها يجب ان تعتمد على دراسة وافية للظروف المحيطة بالمنتج وايضا التكاليف التي يجب تحملها في حالة تطبيق كل نظام .

ملحق (أ) : تحديد مقدار التلوث من خلال التأثير على قرارات الانتاج

بالاضافة الى الحديث عن التلوث باعتباره وجود شيء غير مرغوب فيه (الملوثات) أو عدم وجود شيء مرغوب فيه (الهواء النقي) ، وبالتالي وجود الحاجة لتحديد الحجم الأمثل للتلوث من خلال دراسة الطلب على الهواء النقي (أو الطلب على ازالة الملوثات) وعرض الهواء النقي (منحنى التكلفة الحدية لازالة الملوثات) . هناك طريقة اخرى تعتمد على اعتبار التلوث من الآثار الجانبية السلبية (Externality) الملازمة لعملية الانتاج ولكن تأثيراتها غير مأخوذة بالاعتبار في منحنى التكلفة الحدية للانتاج داخل المؤسسة . والسبب في عدم أخذها بالاعتبار نابع من ان المؤسسة لا تتحمل التكاليف الناتجة من التلوث المصاحب لعملياتها الانتاجية ، بل ان التكاليف عادة ما تقع على افراد المجتمع الآخرين . لهذا السبب يمكننا القول بأن هناك اختلافا بين منحنى التكلفة الحدية للانتاج في المؤسسة والمجتمع حيث يكون الثاني اكبر من الأول والفرق بينهما ناتجا من الآثار السلبية للتلوث . وبين الشكل (١) منحنى التكلفة الحدية للمؤسسة والمجتمع .

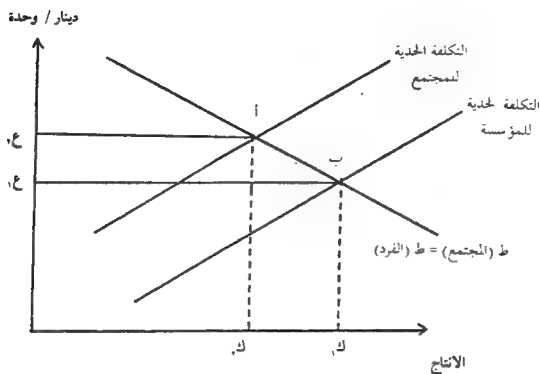
يمكننا القول بشكل عام بأن هناك آثارا جانبية عندما تكون المنافع أو التكاليف الناتجة من الاستهلاك أو الانتاج تصيب أفرادا آخرين في المجتمع لا علاقة لهم بالنشاط الاستهلاكي أو الانتاجي القائم . فعلى سبيل المثال اذا أدى استهلاك فرد ما من سلعة معينة الى زيادة منفعة شخص آخر فالتأثير هنا آثارا جانبية ايجابية للاستهلاك . وفي هذه الحالة تكون منفعة المجتمع اكبر من مجموع منافع الأشخاص المستهلكين لكونها تأخذ بالاعتبار منافع الأشخاص الآخرين . وب نفس الطريقة يمكننا القول بأن هناك آثارا جانبية سلبية اذا أدى استهلاك شخص لسلعة معينة الى إلحاق ضرر بالأفراد الآخرين في المجتمع . أما في حالة الانتاج فان وجود آثار جانبية سلبية للانتاج يعني وجود تكاليف اضافية لا يتحملها المنتج ولكن تقع على المجتمع مما يعني ان تكاليف الانتاج اكبر من ذلك للمؤسسة ، وعند وجود آثار جانبية ايجابية فان العكس صحيح . وخلاصة القول هو أن وجود آثار جانبية ايجابية من الاستهلاك تجعل منحنى الطلب على السلعة في

المجتمع اكبر من منحى طلب الفرد وكذلك في الانتاج فان منحى التكلفة الحدية للانتاج في المجتمع تكون أدنى من ذلك في المؤسسة . أما عندما توجد آثار جانبية سلبية فان منحى طلب المجتمع يكون اصغر من منحى طلب الفرد وذلك في حالة الاستهلاك وفي الانتاج يكون منحى التكلفة الحدية للانتاج في المجتمع اكبر من ذلك في المؤسسة ، انظر الشكلين (١) و (٢) .

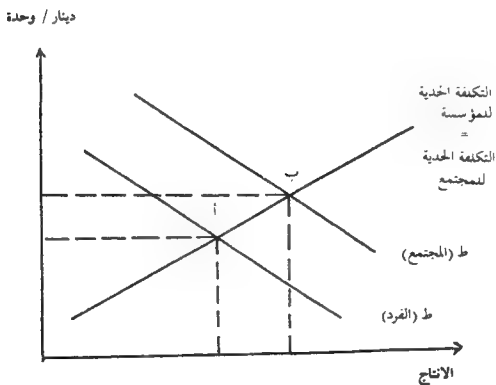
وفي حالة التلوث الناتج من عملية الانتاج نرى ان الشكل (١) هو الذي يعكس الوضع السائد من الواضح ان تحديد الحجم الأمثل للتلوث في هذه الحالة يتلخص في اختيار حجم الانتاج الأمثل من السلعة دون النظر الى كميات التلوث مباشرة . وبشكل عام يمكن القول ان ترك التفاعل في السوق بدون تدخل حكومي ينتج منه الوصول الى النقطة (ب) حيث يتقاطع منحى الطلب للمجتمع مع منحى عرض المؤسسة ويكون حجم الانتاج من السلعة ك ١ وسعرها في السوق ع ١ . ولكن الحجم الأمثل للانتاج في نظر المجتمع يجب أن يتحدد من خلال تقاطع منحى التكلفة الحدية للمجتمع ، عند النقطة (أ) ، أي حجم انتاج ك ٢ وسعر ع ٢ . وحيث ان ميكانيكية السوق لا تستطيع ايصال المجتمع الى هذه النقطة فان هناك حاجة لتدخل حكومي لتصحيح الوضع السائد ، ويمكن ذلك من خلال عدة سياسات تستطيع الحكومة اتباعها مثل فرض الضرائب على المنتج على اساس الوحدة المنتجة أو القيود على حجم الانتاج وأخيرا هناك تحديد حقوق الملكية . وبالنسبة لسياسة الضرائب فان الهدف منها هو رفع تكاليف الانتاج داخل المؤسسة بقدر كاف ليتطابق منحى التكلفة الحدية للمؤسسة مع ذلك للمجتمع وبالتالي تنتج المؤسسة عند الحجم الأمثل للمجتمع (ك ٢) .

تجدر الإشارة هنا الى ان مجرد وجود آثار جانبية سلبية ملازمة للانتاج وعدم قدرة جهاز السوق على تلافيها ليس دليلا كافيا على ضرورة التدخل الحكومي أو حتى استحقاقه . حيث ان التدخل مهما كان شكله يستوجب التضحية بموارد اقتصادية نادرة ليكون فعالا . لذلك فان من الضروري اجراء دراسات اقتصادية جادة لتحديد التكاليف والمنافع المتوقعة قبل الشروع بالتدخل .

شكل (١) : آثار جانبية سلبية في الانتاج



شكل (٢) : آثار جانبية ايجابية في الاستهلاك



ملحق (ب) : حساب منحني طلب المجتمع على سلعة عامة

نوضح فيما يلي كيفية حساب منحني طلب المجتمع على سلعة عامة من خلال جمع منحنيات الطلب للأفراد على تلك السلعة. تبين الجداول الثلاثة التالية منحنيات طلب ثلاثة افراد على الهواء النقي (ازالة الملوثات)، ويتم حساب طلب المجتمع على السلعة العامة كالآتي :

الفرد الثاني

الكمية (طن)	السعر (دينار / وحدة)
صفر	١٥٠٠٠
١	١٤٠٠٠
٢	١٤٠٠٠
٣	١٣٠٠٠
٤	١٣٠٠٠
٥	١٢٠٠٠

الفرد الأول

الكمية (طن)	السعر (دينار / وحدة)
صفر	٥٠٠٠
١	٤٥٠٠
٢	٤٠٠٠
٣	٣٥٠٠
٤	٣٠٠٠
٥	٢٥٠٠

الفرد الثالث

الكمية (طن)	السعر (دينار / وحدة)
صفر	٢٠٠٠٠
١	١٩٠٠٠
٢	١٨٠٠٠
٣	١٧٠٠٠
٤	١٦٠٠٠
٥	١٥٠٠٠

كما سبق وأن ذكرنا ان ازالة طن واحد من الملوثات تؤدي الى افادة افراد المجتمع ككل وليس شخصا واحدا فقط وذلك لكون السلعة عامة ، لذلك فان ازالة الوحدة الأولى من التلوث تساوي في نظر المجتمع مجموع ما يرغب الأفراد الثلاثة بدفعه وذلك يساوي ٣٨ دينارا .

أما ما يرغب المجتمع في دفعه لازالة الوحدة الثانية فهو ٣٦ دينارا فحسب ، أما الوحدة الثالثة فما يرغب المجتمع في دفعه فيساوي فقط ٣٤ دينارا . وهكذا يمكننا كتابة منحني طلب المجتمع على الهواء النقي كالآتي :

السعر (دينار/وحدة)	٤٠	٣٨	٣٦	٣٤	٣٢	٣٠	...	٢	صفر
الكمية المزالة من التلوث (طن) صفر	١	٢	٣	٤	٥	...	٢٠	١٩	

وتصبح الصيغة الرياضية كالآتي :

$$ع = ٤٠ - ٢ ك$$

ملاحظة : نظرا لعدم وجود طريقة سهلة للتعرف على رغبات افراد المجتمع فان هناك ميلا قويا لدى كل فرد في عدم التصريح عن رغباته الحقيقية . ففي حالة امكانية فرض ضرائب على منتجي التلوث يميل الأفراد لتضخيم رغباتهم في حين يحدث العكس عند احتمال فرض الضرائب على المستهلكين .

مراجع الفصل العاشر

- Russell Mills and Arun N. Toke, Energy, Economics, and the Environment, Prentice - Hall, Inc., U.S.A., 1985.
- Manfred Grathwohl, World Energy Supply; Resources, Technologies, and Perspectives, Walter de Gruyter & Co., Berlin, Germany, 1982.
- Robert O. Anderson, Fundamentals of the Petroleum Industry, University of Oklahoma Press, Norman, U.S.A., 1984.
- James Griffin and Henry Steele, Energy Economics and Policy, Academic Press, U.S.A., 1980.
- John M. Hartwick and Nancy D. Olewiler, The Economics of Natural Resource Use, Harper & Row, Publishers, New York, U.S.A., 1986.

- محمد محمود عمار، الطاقة : مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٨٦ .

قائمة الجداول

- جدول (١ - ١) : تطور الأسعار المعلنة والرسمية للنفط العربي الخفيف (٣٤ درجة) للفترة ١٩٤٩ - ١٩٨٦ م. ص ٣٥
- جدول (١ - ٢) : حصة الشركات النفطية الكبرى من السوق العالمية، ١٩٥٠ - ١٩٦٩ م. ص ٣٨
- جدول (١ - ٣) : تطور احتياطات النفط للدول الاعضاء في الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٦ م. ص ٣٩
- جدول (١ - ٤) : الانتاج والصادرات من النفط في دول الأوبك، ١٩٦١ - ١٩٨٥ م. ص ٤٠
- جدول (١ - ٥) : اجمالي استهلاك الطاقة والنفط للمجموعات الدولية، ١٩٥٠ - ١٩٨٥ م. ص ٤٥
- جدول (١ - ٦) : تطور الايرادات النفطية لبعض دول الأوبك، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٤٦
- جدول (١ - ٧) : حصة الحكومات والشركات النفطية في انتاج الأوبك، ١٩٧٠ - ١٩٨٠ م. ص ٤٨
- جدول (١ - ٨) : واردات الدول الصناعية الرأسمالية من الوقود، ١٩٧٠ - ١٩٨٤ م. ص ٥٤
- جدول (١ - ٩) : حصص الانتاج المتفق عليها في الأوبك ص ٥٧
- جدول (٢ - ١) : تكافؤ وحدات الطاقة ص ٧٠
- جدول (٢ - ٢) : تطور دور مصادر الطاقة في الاستهلاك العالمي، ١٩٢٥ - ١٩٨٥ م. ص ٧٨
- جدول (٢ - ٣) : استهلاك العالم من الطاقة الاولية حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٨١
- جدول (٢ - ٤) : استهلاك العالم من الطاقة الاولية حسب اهم الدول، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٨٢
- جدول (٢ - ٥) : تطور استهلاك مصادر الطاقة حسب المجموعات الدولية،

- ٨٣ ص ١٩٢٥ - ١٩٨٥ م. : تطور استهلاك الفرد من الطاقة الاولى حسب المناطق، جدول (٢ - ٦)
- ٨٥ ص ١٩٧٠ - ١٩٨٤ م. : استهلاك الفرد من الطاقة الاولى حسب الدول، ١٩٥٥ - جدول (٢ - ٧)
- ٨٦ ص ١٩٨٤ م. : انتاج العالم من الطاقة الاولى حسب المناطق، ١٩٧٣ - جدول (٢ - ٨)
- ٩٠ ص ١٩٨٤ م. : انتاج العالم من الطاقة الاولى حسب أهم الدول، ١٩٦٥ - جدول (٢ - ٩)
- ٩١ ص ١٩٨٥ م. : جدول تحويل الوحدات القياسية لمصادر الطاقة المختلفة. جدول (٣ - ١)
- ٩٩ ص : التكافؤ بين مصادر الطاقة المختلفة. جدول (٣ - ٢)
- ١٠٠ ص : المصطلحات المستخدمة في تصنيف مخزون الموارد الطبيعية. جدول (٣ - ٣)
- ١٠٧ ص : اصناف الفحم ونحواصها الكيماوية جدول (٣ - ٤)
- ١١٠ ص : احتياطات الفحم حسب أنواعه في العالم، ١٩٧٩ م. جدول (٣ - ٥)
- ١١١ ص : الاحتياطات المعروفة من الفحم في العالم، ١٩٧٩ و ١٩٨٥ م. جدول (٣ - ٦)
- ١١٣ ص : احتياطات الفحم المؤكدة والاضافية حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و ١٩٨٥ م. جدول (٣ - ٧)
- ١١٤ ص : احتياطات وانتاج اصناف الفحم حسب أهم الدول، ١٩٧٩ و ١٩٨٥ م. جدول (٣ - ٨)
- ١١٦ ص : توزيع احتياطات النفط المؤكدة والاضافية حسب المناطق، ١٩٧٩ و ١٩٨٥ م. جدول (٣ - ٩)
- ١١٩ ص : السياسية، ١٩٧٩ و ١٩٨٦ م.

- جدول (٣ - ١٠) : توزيع احتياطيات النفط حسب أهم الدول،
١٩٧٩ و ١٩٨٦ م. ص ١٢٠
- جدول (٣ - ١١) : انتاج النفط وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول،
١٩٨٤ م. ص ١٢٢
- جدول (٣ - ١٢) : توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي حسب المناطق
والمجموعات السياسية، ١٩٧٩ و ١٩٨٦ م. ص ١٢٤
- جدول (٣ - ١٣) : توزيع احتياطيات الغاز الطبيعي حسب أهم
الدول ١٩٧٩ و ١٩٨٦ م. ص ١٢٦
- جدول (٣ - ١٤) : الانتاج وعمر الاحتياطي المؤكد لأهم الدول،
١٩٨٤ م. ص ١٢٧
- جدول (٣ - ١٥) : مقدار الطاقة الكهربائية المنتجة ونسبة الطاقة النووية حسب
أهم الدول، ١٩٧٨ و ١٩٨٤ م. ص ١٣٠
- جدول (٣ - ١٦) : توزيع احتياطيات اليورانيوم في العالم حسب المناطق،
المؤكدة والاضافية، ١٩٧٩ م. ص ١٣١
- جدول (٣ - ١٧) : احتياطيات اليورانيوم حسب أهم الدول، ١٩٧٩ م. ص ١٣٣
- جدول (٣ - ١٨) : توزيع احتياطيات معدن اليورانيوم في العالم غير
الاشتراكي، ١٩٧٩ م. ص ١٣٤
- جدول (٣ - ١٩) : أهم الدول المنتجة لليورانيوم في الدول غير الاشتراكية،
١٩٧٩ م. ص ١٣٥
- جدول (٣ - ٢٠) : احتياطيات مصادر الطاقة الناضبة العادية في العالم،
١٩٧٩ م. ص ١٣٨
- جدول (٣ - ٢١) : الطاقة المائية والجغرافية المولدة حسب أهم الدول، ١٩٧٨
و ١٩٨٤ م. ص ١٤٠
- جدول (٣ - ٢٢) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة للصخور الزيتية حسب
أهم الدول، ١٩٨٠ م. ص ١٤٣
- جدول (٣ - ٢٣) : الاحتياطيات المعروفة والمحتملة من النفط الثقيل ورمال
القلر، ١٩٨٠ م. ص ١٤٥

- جدول (٥ - ١) : مكونات النفط الاساسية ص ١٩٢
- جدول (٥ - ٢) : نسبة الكبريت في بعض النفوط ص ١٠٢
- جدول (٥ - ٣) : تقديرات الكمية الاجمالية من النفط الممكن استخلاصها، ١٩٤٢ - ١٩٨٠ م. ص ٢١٩
- جدول (٥ - ٤) : تطور احتياطي و انتاج العالم من النفط، ١٩٥٠ - ١٩٨٦ م. ص ٢٢٠
- جدول (٥ - ٥) : تطور انتاج العالم من النفط الخام حسب المناطق، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٢٣
- جدول (٥ - ٦) : انتاج النفط في أهم عشرين دولة، ١٩٨٦ م. ص ٢٢٤
- جدول (٥ - ٧) : انتاج واستهلاك العالم من النفط، ١٩٧٣ - ١٩٨٤ م. ص ٢٢٦
- جدول (٦ - ١) : خطوط انابيب النفط الخام العالمية قيد التنفيذ حسب الدول، ١٩٨٢ م. ص ٢٣٤
- جدول (٦ - ٢) : تجارة النقل البحري، ١٩٧١ - ١٩٨٢ م. ص ٢٣٦
- جدول (٦ - ٣) : تطور حجم اسطول الناقلات العالمي، ١٩٧٤ - ١٩٨٥ م. ص ٢٤١
- جدول (٦ - ٤) : اسطول الناقلات حسب العلم، ١٩٨٥ م. ص ٢٤٣
- جدول (٦ - ٥) : ملكية الاسطول العالمي من الناقلات، ١٩٨٤ م. ص ٢٤٣
- جدول (٦ - ٦) : تشكيل الاسطول العالمي من الناقلات حسب العمر والحمولة في نهاية ١٩٨٥ م. ص ٢٤٥
- جدول (٦ - ٧) : تشكيل اسطول الناقلات في دول الاريك حسب الحملية والعمر، ١٩٨٢ م. ص ٢٤٧

- جدول (٦ - ٨) : فائض الناقلات والاسعار الفورية للشحن، ١٩٧٣ -
١٩٨٣ م. ص ٢٤٩
- جدول (٦ - ٩) : تشكيل الاسطول العالمي من الناقلات حسب الحجم،
١٩٧٤ و ١٩٧٩ و ١٩٨٥ م. ص ٢٥٠
- جدول (٦ - ١٠) : تطور صادرات النفط الخام في العالم حسب المناطق،
١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٥٢
- جدول (٦ - ١١) : صادرات و واردات النفط الخام حسب المجموعات
الجغرافية، ١٩٨٢ م. ص ٢٥٤
- جدول (٧ - ١) : النفوط حسب تصنيف مكتب الناجم
الأميركي
ص ٢٦٥
- جدول (٧ - ٢) : متوسط الانتاج من برميل نفط
خام. ص ٢٦٧
- جدول (٧ - ٣) : الطاقة التكريرية في العالم واستهلاك المنتجات
النفطية، ١٩٤٠ - ١٩٨٠ م. ص ٢٧٦
- جدول (٧ - ٤) : الطاقة التكريرية في العالم حسب المناطق،
١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٧٨
- جدول (٧ - ٥) : الطاقة التكريرية في العالم حسب الدول،
١٩٧٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٧٩
- جدول (٧ - ٦) : استهلاك المنتجات النفطية في العالم،
١٩٧٣ - ١٩٨٣ م. ص ٢٨٠
- جدول (٧ - ٧) : تطور استهلاك المنتجات خارج العالم الاشتراكي، ١٩٧٥ -
١٩٨٥ م. ص ٢٨٢
- جدول (٨ - ١) : مكونات الغاز الطبيعي
ص ٢٨٨
- جدول (٨ - ٢) : تطور احتياجات الغاز الطبيعي وفق المناطق الجغرافية،
١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٩٠
- جدول (٨ - ٣) : احتياجات و انتاج الغاز الطبيعي وفق أهم الدول، ١٩٨٤ م.
ص ٢٩٢

- جدول (٨ - ٤) : انتاج واستخدامات الغاز الطبيعي في دول الأوك والعالم،
١٩٨٠ و ١٩٨٤ م. ص ٢٩٦
- جدول (٨ - ٥) : الطاقة التحويلية لاستغلال الغاز الطبيعي،
١٩٨٦ م. ص ٢٩٧
- جدول (٨ - ٦) : الانتاج المستغل من الغاز الطبيعي في العالم حسب المناطق،
١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٣٠١
- جدول (٨ - ٧) : الاستهلاك العالمي من الغاز الطبيعي حسب المناطق
الجغرافية، ١٩٦٥ - ١٩٨٥ م. ص ٣٠٣
- جدول (٨ - ٨) : نسبة الواردات الى الاستهلاك الكلي من الغاز الطبيعي
حسب أهم الدول، ١٩٨٤ م. ص ٣٠٥
- جدول (٨ - ٩) : صادرات العالم من الغاز الطبيعي حسب المناطق، ١٩٦٥ -
١٩٨٥ م. ص ٣٠٧
- جدول (٨ - ١٠) : صادرات دول الأوك من الغاز الطبيعي، ١٩٦٥ -
١٩٨٥ م. ص ٣٠٨
- جدول (٨ - ١١) : مكونات تكاليف نقل الغاز بواسطة الانابيب والناقلات :
حالة فرنسا. ص ٣١٠
- جدول (٨ - ١٢) : نسبة استهلاك الغاز الطبيعي الى مجموع استهلاك الطاقة
في العالم حسب المناطق، ١٩٧٠ - ١٩٨٥ م. ص ٣١٢
- جدول (٩ - ١) : نسبة المنتجات الاساسية حسب نوع
اللقيم. ص ٣٢٩
- جدول (٩ - ٢) : نسبة الصادرات البترولية لبعض الدول الى اجمالي
صادرات العالم، ١٩٧٠ - ١٩٨٠ م. ص ٣٣١
- جدول (٩ - ٣) : الطاقة الانتاجية للاميين للمناطق خارج الدول الاشتراكية،
عالمي ١٩٨١ و ١٩٨٦ م. ص ٣٣٤
- جدول (٩ - ٤) : الطاقة الانتاجية للاميين حسب اهم الدول خارج العالم
الاشتراكي، عالمي ١٩٨١ و ١٩٨٦ م. ص ٣٣٥

- جدول (٩ - ٥) : الطاقة الانتاجية للثليين في الدول الاشتراكية، ١٩٨١ م. ص ٣٣٦
- جدول (٩ - ٦) : انتاج البتروكيمياويات : عدد المنتجين والطاقة القائمة في اهم الدول، ١٩٨٠ م. ص ٣٣٦
- جدول (٩ - ٧) : أسعار المواد الأولية (اللقائم) في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة. ص ٣٣٩
- جدول (٩ - ٨) : اسعار البتروكيمياويات الاساسية في الدول الغنية بالطاقة والدول المستهلكة. ص ٣٤٠
- جدول (٩ - ٩) : تطور الطاقة الانتاجية للثليين في بعض الدول النامية وشبه الصناعية، ١٩٨١ و ١٩٨٦ م. ص ٣٤١
- جدول (٩ - ١٠) : الطلب والعرض للميثانول في العالم، ١٩٨٥ و ١٩٩٠ م. ص ٣٤٦
- جدول (١٠ - ١) : مقادير الملوثات المنبعثة في الهواء للولايات المتحدة، ١٩٤٠ - ١٩٧٢ م. ص ٣٥٣
- جدول (١٠ - ٢) : مقادير أهم الملوثات وتقسيمها حسب المصدر في الولايات المتحدة، ١٩٧٢ م. ص ٣٥٥

قائمة الاشغال

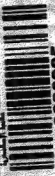
- شكل (١ - ١) : حصص الشركات النفطية الكبرى في الشركات الانتاجية المشتركة في دول الشرق الاوسط، ١٩٧٢ م. ص ٤٣
- شكل (١ - ٢) : العلاقة بين الناتج القومي الاجمالي ومستوى استهلاك الطاقة الأولية للفترة ١٩٥٠ - ١٩٨٥ م. ص ٨٧
- شكل (٢ - ٢) : علاقة الاستهلاك الفردي من الطاقة مع الناتج القومي للفرد لمجموعة من الدول، ١٩٧٨ م. ص ٨٨
- شكل (١ - ٣) : تصنيف مصادر الطاقة. ص ١٠٥
- شكل (١ - ٤) : توازن المستهلك. ص ١٥٩
- شكل (٢ - ٤) : منحني ادخار المستهلك. ص ١٦١
- شكل (٣ - ٤) : منحني الكفاءة الحدية لرأس المال. ص ١٦٢
- شكل (٤ - ٤) : تحديد سعر الفائدة التوازني. ص ١٦٣
- شكل (٤ - ٥) : منحني السعر للمورد الناضب في سوق منافسة كاملة. ص ١٦٤
- شكل (٤ - ٦) : منحني السعر للمورد الناضب في سوق منافسة كاملة وسوق احتكار. ص ١٨٠
- شكل (١ - ٥) : أنواع المكامن النفطية الهيكلية. ص ١٩٥
- شكل (٢ - ٥) : طبقة الطبقات من حيث المسلمية والنفاذية. ص ١٩٧
- شكل (٣ - ٥) : عمل المقياس الجاذبي. ص ٢٠٣
- شكل (٤ - ٥) : اصناف الاحتياطي النفطية. ص ٢٠٧
- شكل (٥ - ٥) : الانتاج بواسطة قوى الدفع المكمنية (دفع القبة الغازية). ص ٢١١
- شكل (٦ - ٥) : الانتاج بواسطة قوى الدفع المكمنية (دفع الماء من اسفل). ص ٢١٢

- شكل (٥ - ٧) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثانوية (حقن الماء او الغاز). ص ٢١٣
- شكل (٥ - ٨) : الانتاج المعزز بواسطة الطرق الثالثة (الطرق الحرارية). ص ٢١٥
- شكل (٥ - ٩) : خزان التدفق المخصص لفصل الابخرة من النفط. ص ٢١٧
- شكل (٥ - ١٠) : احتياطيات النفط المؤكدة، نهاية ١٩٨٥ م. ص ٢٢١
- شكل (٦ - ١) : التغيرات في أحجام الناقلات، ١٩٤٥ - ١٩٧٥ م. ص ٢٣٨
- شكل (٦ - ٢) : تطور الاسطول العالمي من الناقلات، ١٩٧٥ - ١٩٨٥ م. ص ٢٤٢
- شكل (٦ - ٣) : الاسطول العالمي من الناقلات حسب سنة البناء في نهاية سنة ١٩٨٥ م. ص ٢٤٤
- شكل (٦ - ٤) : أهم مسارات الناقلات النفطية، ١٩٨٢ م. ص ٢٥٣
- شكل (٧ - ١) : مقارنة مكونات برميل من النفط حسب الكثافة. ص ٢٦٣
- شكل (٧ - ٢) : نموذج برج التقطير الابتدائي (الجوي). ص ٢٦٩
- شكل (٧ - ٣) : العمليات المختلفة في مصانع التكرير الحديثة. ص ٢٧٣
- شكل (٧ - ٤) : الاستهلاك العالمي للمنتجات النفطية حسب المجموعات الدولية، ١٩٧٠ و ١٩٧٩ م. ص ٢٨١
- شكل (٩ - ١) : الاتجاهات المستقبلية لاصناف اللقائم في انتاج الانبيلين في مناطق العالم
- شكل (١٠ - ١) : منحني العرض والطلب للهواء النقي. ص ٣٤٣
- شكل (١) : آثار جانبية سلبية في الانتاج ص ٣٦٩
- شكل (٢) : آثار جانبية ايجابية في الاستهلاك ص ٣٧٧





Bibliotheca Alexandrina



0226895

شركة مطابع الوراء الصحفية
Al Wazzan International Press Co. wll.
٤٧٣١٩٦٤ - ٧٤٧٣٧٤
إخراج ونقش

